

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Racionalizace technologičnosti konstrukce
řezného agregátu při zpracování papíru

Rationalization of Cutting unit

*Construction Technology in Paper
Processing*

Student:

Bc. Jiří Haas

Osobní číslo:

HAA007

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Kratochvíl, Ph.D.

Ostrava 2020

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jiří Haas**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2303T002 Strojírenská technologie**
Téma: **Racionalizace technologičnosti konstrukce řezného agregátu při
zpracování papíru
Rationalization of Cutting unit Construction Technology in Paper
Processing**
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza metody řezného agregátu pro hodnocení způsobilosti procesu.
2. Rozbor požadavků technologičnosti konstrukce pro hodnocení způsobilosti procesu.
3. Návrh racionalizace s ohledem na požadavky v souladu se současným podmínkami trhu.
4. Porovnání stávající a navrhované metody.
5. Celkové zhodnocení, závěry.

Seznam doporučené odborné literatury:

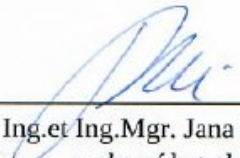
ŠTUPLA, Miloslav. CNC obrábecí stroje a jejich programování. Praha: BEN -technická literatura, 2006. ISBN 978-80-7300-207-7.
BRYCHTA, Josef; SADÍLEK Marek; ČEP Robert; PETRŮ Jana. Progresivní metody v obrábění: studijní opora. Vyd. 1. Ostrava: VŠB - TU Ostrava. 2011. ISBN 978-80-248-2513-7.
NESLUŠAN, Miroslav. Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2007. ISBN 978-80-8070-711-8.
HAVRILA, Michal; Jozef ZAJAC; Josef BRYCHTA; Jozef JURKO. Top trendy v obrábaní. I. část – Obráběné materiály. Žilina: Media/ST, s.r.o. Žilina, 2006. ISBN 80-968954-2-7.
PERNIKÁŘ, Jiří; Josef VAČKÁŘ a Miroslav TYKAL. Jakost a metrologie. Brno: CERM, 2001. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1997-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Kratochvíl, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce pana Ing. Jiřího Kratochvíla, Ph.D. a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje a obrázky technického zařízení získané od firmy Roll4You, s.r.o., Olšany, firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne: 18. května 2020



.....
Bc. Jiří Haas

Prohlášení spolupracující osoby

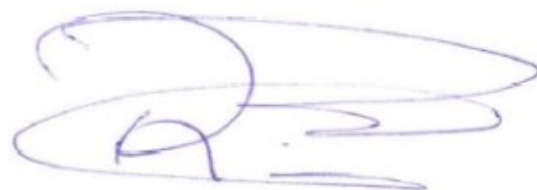
Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26 odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Společnost:

Roll4You, s.r.o., Olšany 18, 789 62 Olšany

IČO: 29397880

V Ostravě dne: 18. května 2020



.....
Ralf Bernd Braun
za společnost Roll4You, s.r.o.

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní jídlo.
- беру на вѣдомі, Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdání své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne: 18. května 2020

.....
Podpis studenta

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HAAS J. *Racionalizace technologičnosti konstrukce řezného agregátu při zpracování papíru*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie 2020, 45 s. Vedoucí práce: Ing. Kratochvíl J., Ph.D.

Cílem této diplomové práce je zlepšení kvality řezu vkladu papírků a stanovení podmínek s ohledem na účinnost řezací stanice. Uvádím kategorizaci papíru dle jeho využití a typu zpracování. Práce je rozdělena do tří částí. V první části se zabývám zhodnocením stávající výrobní činnosti jednoúčelového automatického stroje a řezací stanice pro zpracování papíru. Druhá část se zabývá zkouškou racionalizované řezací stanice se zaměřením na kvalitu a přesnost řezu papírového vkladu, odolnost jednotlivých komponentů v závislosti na technickém využití a dostatečné údržby. Poslední část porovnává kvalitu řezu současného a racionalizovaného řezného agregátu. Závěrem vyhodnocuji nedostatky řešení a navrhuji úpravy technologického řešení pro další postup zvýšení kvality řezu. Výsledky řešení jsou uvedeny v závěru diplomové práce.

KLÍČOVÁ SLOVA: gumírka, kalandr, řezací stanice, svazek, vklad.

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

HAAS J. *Rationalization of Cutting unit Construction Technology in Paper Processing*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and engineering metrology 2020, 45 pp. Thesis supervisor: Ing. Kratochvil J., Ph.D.

The aim of this diploma thesis is to improve the quality of the cut of the paper deposit and to determine the conditions with respect to the efficiency of the cutting station. I present the categorization of paper according to its use and type of processing. The diploma thesis is divided into three parts. In the first part I deal with the evaluation of the current production activities of a single-purpose automatic machine and a cutting station for paper processing. The second part deals with the test of a rationalized cutting station with a focus on the quality and accuracy of cutting paper input, the resistance of individual components depending on the technical use and proper maintenance. The last part compares the cutting quality of the current and rationalized cutting unit. Finally, I evaluate the shortcomings of the solution and propose modifications to the technological solution for further progress to increase the quality of the cut. The results of the solution are presented in the conclusion of the thesis.

KEY WORDS: gluing machine, a calendering machine, a cutting station, the stack of papers, deposit slips.

1. Úvod.....	1
2. Základní surovina.....	2
2.1 Výroba papíroviny.....	3
2.2 Papírovina a její zpracování.....	4
3. Speciální papírové výrobky.....	6
3.1 Požadavky na zpracovávané papíry.....	6
3.2 Charakteristika zpracovávaných papírů.....	7
3.3 Výrobní technologie.....	8
4. Řezání vkladu.....	11
4.1 Kvalita řezání vkladu.....	11
4.1.1 Kvalita řezání.....	11
5. Řezací stroje.....	15
5.1 Jednouúčelový automatický řezací stroj.....	15
5.2 Technické údaje.....	16
5.3 Funkce a účel stroje.....	17
5.4 Popis činnosti pro pravidelnou údržbu	17
5.5 Bezpečnostní pokyny.....	18
6. Současná řezací stanice.....	19
6.1 Rám.....	20
6.1.1 Pevná část.....	20
6.1.2 Kyvná část.....	21
6.2 Pohonné ústrojí.....	22
6.3 Nožový blok.....	23
6.4 Diskový nůž.....	24
6.4.1 Ostří nože.....	24
6.4.2 Broušení nožů.....	25

7. Nová řezací stanice.....	27
7.1 Základní požadavky na novou řezací stanici.....	27
7.2 Nová řezací stanice.....	28
8. Porovnání způsobilosti a vad řezacích stanic.....	33
8.1 Vada výrobku č.1 - vada stavu ostří nože.....	34
8.2 Vada výrobku č. 2 - nerovnoměrné slisování svazku papíru.....	36
8.3 Vada výrobku č. 3 - stlačení řezaného materiálu.....	38
8.4 Vada výrobku č. 4 - deformace svazku působením nože při řezání.....	40
8.5 Vada výrobku č. 5 - vada v řezu nože.....	42
9. Zhodnocení způsobilosti.....	44
10. Závěr.....	45

1. ÚVOD

Konkurenceschopnost průmyslové výroby papíru je v současném období globální ekonomiky v EU velmi důležitá. Většina odvětví se snaží modernizovat svou výrobní infrastrukturu a zavádět nové formy organizace práce. [1]

Tímto směrem se snaží rozvíjet firma Roll4you, s r.o., patřící do mezinárodní skupiny Delfort, která patří mezi nejstarší výrobce papírků. Společnost charakterizuje vysoká flexibilita, orientace na zákazníka a papírky špičkové kvality. Většina produkce je vyráběna na zakázku pro zahraniční zákazníky. [5]

Z důvodu zvýšení produkce zpracovávání papíru a kvality výroby, je požadováno zlepšení stávající výrobní činnosti jednoúčelového automatického stroje a jeho řezací stanice. Cílem je dosáhnout účinnosti odpovídající stávajícím požadavkům. K tomu je nutné provést analýzu technologických problémů kvality výrobků, způsobených stávajícím technickým řešením řezací stanice. Na základě analýzy je třeba správně diagnostikovat a konkretizovat zjištěné technické problémy, na základě kterých vznikne racionalizované technické řešení, které tyto problémy vyřeší, popř. alespoň nastíní možný směr dalšího vývoje řezací stanice.

2. ZÁKLADNÍ SUROVINA

V papírenském průmyslu představuje dřevo základní vstupní surovinu. Dřevo má tu výhodu, že neustále dorůstá, takže při rozumném hospodaření s lesy jsou jeho zdroje prakticky nevyčerpatelné. V současné době se papír vyrábí zejména z celulózy (buničiny), která se připravuje z těl jednoletých a víceletých rostlin a hlavně ze dřeva jehličnatých stromů. Z jehličnanů vyrobená celulóza (SOFTWOOD) má delší vlákna a tenčí stěny. Naopak z listnatých stromů (osika, buk, topol, bříza) vyrobená celulóza (HARDWOOD) má vlákna kratší a stěny silnější. Z hlediska výtěžnosti je výhodnější jehličnaté dřevo. Přesto papírny využívají i dřevo listnatých stromů, protože krátkovláknitá celulóza vhodně vyplňuje prostor mezi dlouhými vlákny ve struktuře papíru. Takový papír pak vykazuje lepší potiskovatelnost - má uzavřenější povrch. [2]



Obr. 1 Dřevní hmota – základní surovina pro výrobu papíru [4]

Základní složky dřeva

- celulóza (buničina),
- hemicelulóza (polobuničina),
- lignin.

[2]

Hlavní složkou dřeva je celulóza. Dodává dřevu pevnost, pružnost a ohebnost. Celulóza tvoří 40–50 % dřevní hmoty a její molekuly mají podlouhlý tvar. Hemicelulóza má podobné chemické složení jako celulóza. V dřevní hmotě je jí obsaženo 15–35 %. Poslední významnou látkou, kterou obsahuje dřevo, je lignin. Působí dřevnatění dřevních buněk, dodává dřevu pevnost a tvrdost a společně s hemicelulózou je při výrobě celulózy zařazen mezi nežádoucí látky. Důležitou alternativou je použitý papír, který má velký význam pro šetření dřeva. Sběrový papír (výmět) se dělí do několika tříd. Nejvyšší kvalita výmět je technologický odpad papíren a zejména nepotisknuté odřezky z tiskáren; nejméně kvalitní výmět je sběrový papír z pouličního sběru, který obsahuje velké množství nečistot. [2]

2.1 VÝROBA PAPIROVINY

Papírovina je suspenze vlákniny s vodou a přídavných látek (plnidla, klíždla, barviva a ostatní pomocné chemické prostředky). Typ vlákniny a volba přísad rozhoduje o budoucích vlastnostech vyráběného papíru. Celý proces výroby papíroviny začíná zpracováním dřeva. Vlákninové dříví se do papírny nebo celulóžky dodává v podobě odkorněných polen. Podle způsobu uvolnění vláken z dřevní hmoty lze získat čtyři nejčastěji používané druhy vlákniny: [2]

- mechanická vláknina (dřevovina),
- mechanická celulóza,
- chemická celulóza,
- recyklovaná celulóza.

[2]

Mezi základní suroviny patří bílá a hnědá dřevovina, čistá celulóza, hadrovina (surovina připravená z vláken rostlinného původu, z textilních odpadů), odpadový papír a odpady z rostlinných vláken (len, konopí). Volba vlákniny pro výrobu určitého druhu papíru je dána kompromisem mezi cenou a vlastnostmi papíru (většinou se suroviny míchají ve vhodném poměru). Vlastnosti vyrobeného papíru a příklady použití uvádí Tabulka 1. [9]

surovina	vlastnosti papíru	příklad použití
bílá dřevovina	málo pevný, křehký, časem žlutne	lacinější papír, noviny
hnědá dřevovina	hnědá barva, pevný	hnědý balicí papír, lepenka
celulóza	barva dle množství příměsí, pevný	kvalitnější papíry, kancelářský
hadrovina	největší pevnost, jemný	bankovky, státní dokumenty
odpadový papír	méně pevný	lacinější papír, méně kvalitní, lepenky
odpady z rostlinných vláken		speciální papíry (cigaretový, ruční)

Tabulka 1 Vlastnosti papíru v závislosti na použitém druhu suroviny [9]

2.2 PAPÍROVINA A JEJÍ ZPRACOVÁNÍ

Papírovina je suspenze vlákniny ve vodě, upravená mletím, plněním, klížením někdy i barvením, pro výrobu papíru, kartónu a lepenky. [9]

Pro vylepšení vlastností papíru se k vláknitým surovinám přidávají přísady:

a) klíždla (želatina, pryskyřičný kliš, škrob),

- zvětšují odolnost papíru proti vodě (rozpíjení inkoustu, zvlnění),
- dochází k úpravě povrchu papíru, který se stává hydrofobním,
- plně klížené papíry: psací, korespondenční, ofsetové,
- částečně klížené papíry: knihtiskové, hlubotiskové,
- neklížené papíry: novinový, savý, filtrační,

b) barviva

- organická barviva či pigmenty,

c) plnidla (kaolín, mastek, CaCO_3 , baryt aj. dle druhu),

- vyplní a zatíží strukturu papíru (papír má hladší povrch),
- na papír se snáze tiskne i píše,
- přidávají se běžně v množství do 25 % dle hmotnosti papíru (viz. Tabulka 2.),
u speciálního papíru je obsah plnidel až 35 %.

[9]

Druh papíru	Obsah plnidel
bankovní a psací	2 – 8 %
knihtiskové	4 – 12 %
offsetové	6 – 10 %
obálkové	10 – 15 %
ilustrační	do 25 %
cigaretové	30 – 35 %

Tabulka 2 Obsah plnidel v různých druzích papíru [9]

d) optické zjasňovací prostředky (fluorescenční barviva),

- odstraňují žlutavé zabarvení papíru, absorbují UV záření,

e) speciální přísady,

- pro zvýšení pevnosti a tuhosti papíru,
- např. syntetické pryskyřice zvětšují pevnost papíru za mokra.

[9]

Z pohledu polygrafické výroby rozlišujeme skupiny tiskových papírů dle použití:

- balící papíry
- grafické papíry
- technické papíry

[9]

Technické papíry zahrnují papíry pro výrobní spotřebu a zušlechťení mimo papírenské odvětví. Například: náustkový, nábojnicový ale také speciální papír, který je předmětem této práce. [9]

3. SPECIÁLNÍ PAPIROVÉ VÝROBKY

Speciální papír je obal obklopující tabákový provazec. Jedná se o papír určený pro průmyslovou výrobu a ruční osobní spotřebu. Používá se vysoce kvalitní celulóзовý papír. Zpracováváné papíry spolu s dalšími druhy papírů patří do skupiny speciálních papírů (speciality papers), vyznačují se tím, že papíry splňují specifické vlastnosti pro konkrétní funkci a použití. [6]

3.1 POŽADAVKY NA ZPRACOVÁVANÉ PAPIRY

Vlastnosti papíru závisí na celé řadě faktorů, především ale na složení papírů a jeho technologickém postupu výroby, který vnese do papíru jeho specifické fyzikálně – chemické vlastnosti. Jako speciální papíry musí mít vlastnosti v souladu se specifickými požadavky pro oblasti použití: [6]

- vysoká pevnost v tahu,
- vysoká opacita – průhlednost,
- nízké hodnoty v propustnosti vzduchu,
- bílá barva popela,
- vysoká tržná pevnost,
- dobrý okraj a kvalitní řez bez otřepů,
- excelentní řízení rychlosti hoření,
- dobrá zpracovatelnost (runnability).

[6]

3.2 CHARAKTERISTIKA ZPRACOVÁVANÝCH PAPÍRŮ

Zpracovávané papíry můžeme charakterizovat jednak z hlediska gramáže, vstupních surovin a barevných odstínů a také obsahem plnidel. [6]

Z pohledu rozsahu gramáže:

Zpracovávané papíry se standardně vyrábějí v rozsahu gramáží:

- a) papír 12 - 23 g/m²,
- b) ROS (Run-Out-Slip) 20 - 28 g/m², může být v šíři stuhy papíru 36 mm (nebo v její poloviční šíři),
- c) Poslední žlutý lístek 28 - 36 g/m²,
- d) Vyztužující karton (vícevrstvý materiál) 200 - 250 g/m². [6]

Hlavní vstupní surovinu pro tyto papíry tvoří:

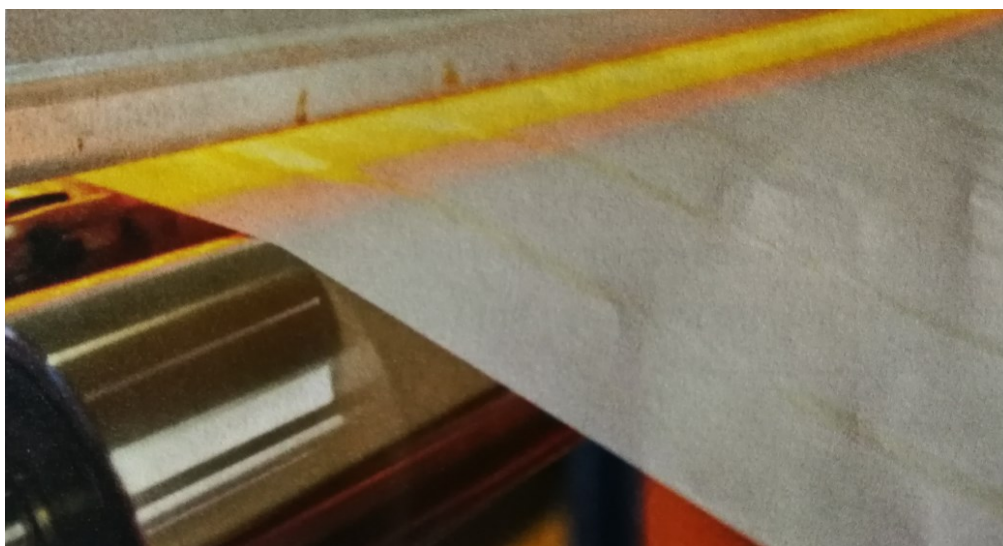
- a) vláknina z jednoletých rostlin - len, konopí, sisal (100%),
- b) dřevitá buničina z listnatých a jehličnatých stromů v různém poměru (100%),
- c) kombinace dřevité buničiny a příslušné vlákniny z jednoletých rostlin,
- d) Plnidlo CaCO₃ (30 - 35 %). [6]

Ostatní speciální a technické papíry (do 5 % z celkové produkce) se vyznačují hlavně svým specifickým určením a využitím (cigaretový papír, dekorační, tapetové a filtrační papíry, podkladové papíry na brusné materiály, kondenzátorový papír, suroviny na střešní lepenky a další řada jiných). Jedním ze specifik papírů v této skupině je, že jsou po použití většinou nerecyklovatelné. [8]

3.3 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE

1. Prvním výrobním krokem je kalandrování. Pro válcovou ražbu se používají razící kalandry. Kalandr je soustava dvou válců, jejichž vzájemný tlak lze seřadit podle druhu válců. Je-li jeden z válců reliéfní (patricový) a druhý hladký, provádí kalandr jednostrannou ražbu lisováním. Na strojním kalandru se do papíru vyráží vodoznak na přání zákazníka předepsaný vzor. [3]

2. Role papíru se vzorem, ale i bez vzoru putují na gumovací strojní zařízení, kde se příslušným procesem nanese lepidlo na papír, usušení, podélnému řezání a navíjení na kotouče. (charakteristika lepidla: forma pryskyřice a akácie). Lepidlo je poté sušeno pomocí profilových lyží nebo infračerveného záření (obr. 2). Následně je kotouč řezán na gumované kotoučky do požadované šíře (obr. 3). Nejběžnější šíře kotoučků zpracovávaného papíru jsou 36, 37, 44 a 53 mm. [3]



Obr. 2 Nanášení a sušení lepidla na plochu [3]



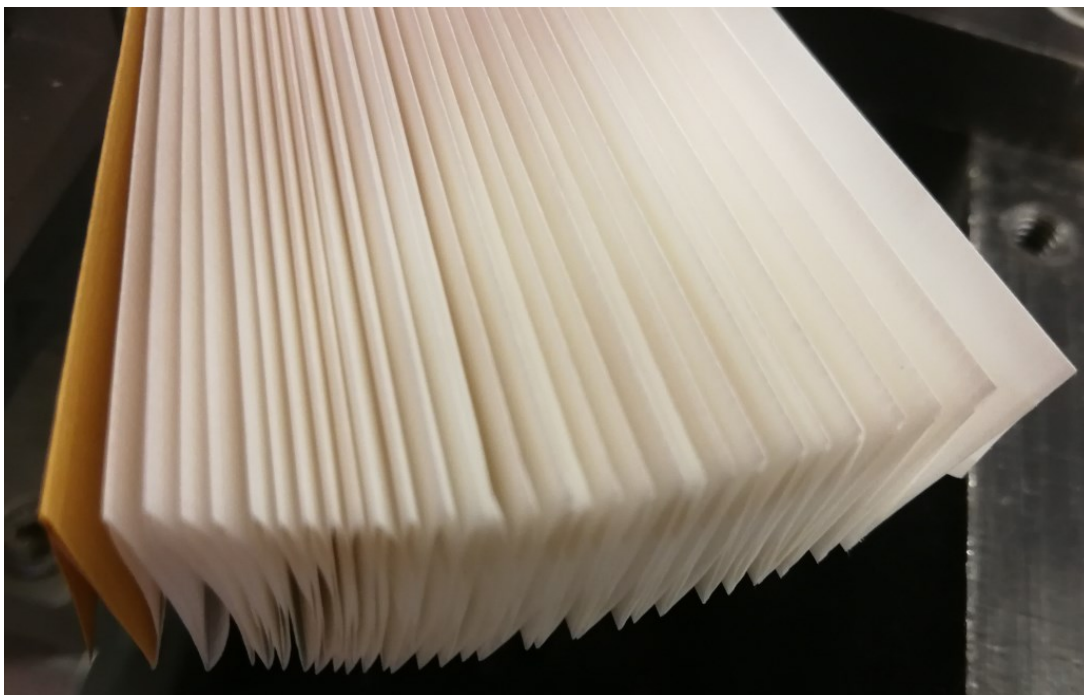
Obr. 3 Kotoněk papíru [3]

Gumované kotoučky papíru jsou následně převáženy do výrobních hal, kde se nachází skládací, kruhové automatické stroje, vysokorychlostní linky a balící stroje.

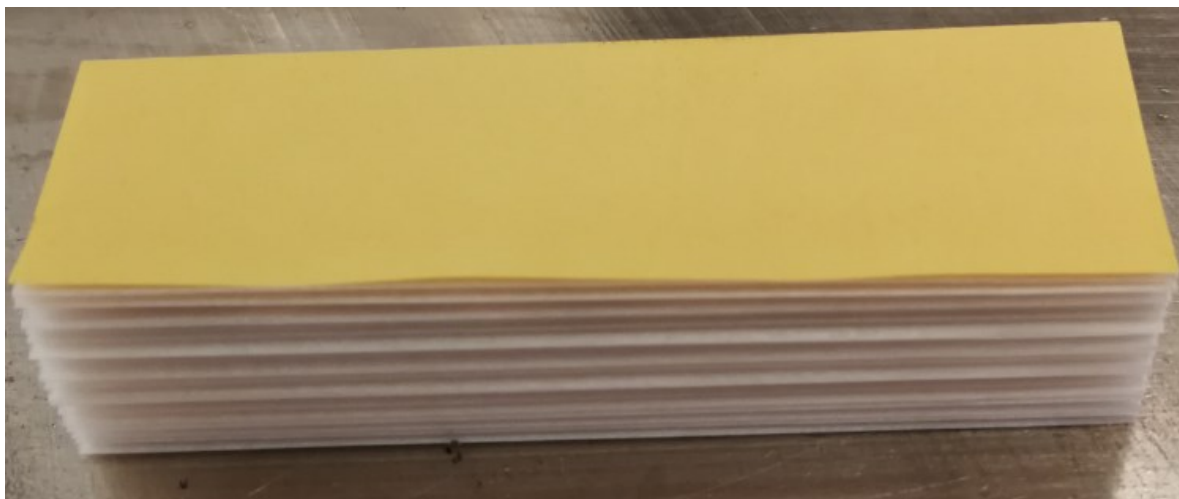
3. Strojním odvíjení kotoučků (32 až 60) a skládáním papíru do vějířku se mění ve svazek (obr.4). Svazek papíru se řezem mění na vklad, Vklad je uříznutý svazek papíru o určité délce, ze kterého můžeme vytahovat jednotlivé listky (obr.6). Délka uříznutí vkladu určuje výsledný typ knížečky. [3]

Máme 3 hlavní typy knížeček:

- „SHORT“ (délka 68 a 69 mm),
- „5/4“ (délka 76,5 mm),
- „KING SIZE“ (délka 108 mm).
- Velmi speciálním druhem jsou tzv. „DOUBLE“ – s přídomek jednoho hlavního typu knížečky. Což jsou dva vklady v jedné knížečce. [3]

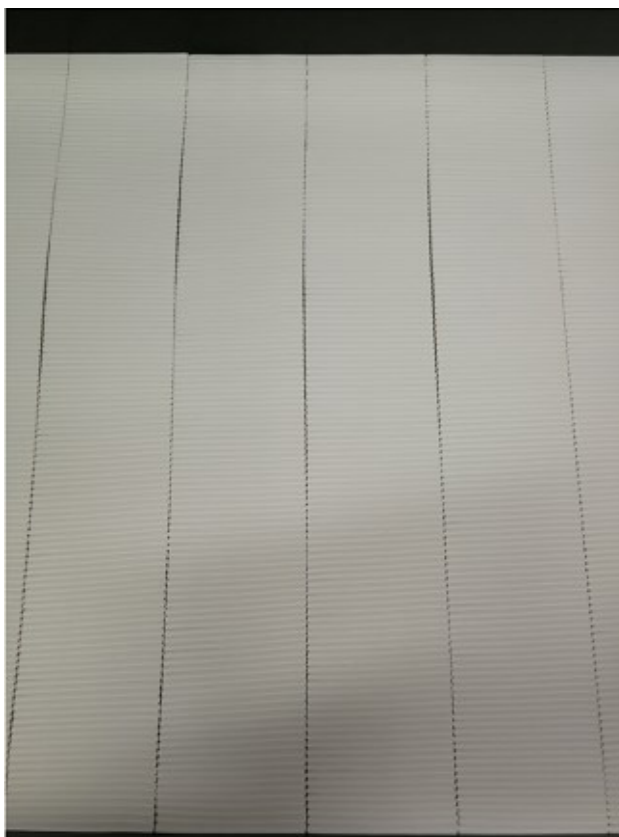


Obr. 4 Složení kotoučků vějíře do svazku výsledného papíru [3]



Obr. 5 Výsledný produkt - vklad zpracovaného papíru [5]

Zpracování papíru tradičtější metodou výroby vkladů pro skládací automaty. Vklady jsou po uříznutí skladovány v boxech a poté jsou zabaleny do výseků na kruhových automatech. Tuto metodu využíváme hlavně pro menší nebo náročnější zakázky (nižší gramáže, speciální papíry apod.). [3]



Obr. 6 Skladování vkladu [3]

4. ŘEZÁNÍ VKLADŮ

K dosažení pokud možno rovnoměrných výsledků řezání vkladů, je potřeba na jednoúčelovém automatickém stroji zpracovávat kvalitní papír s konstantními parametry. Kotoučky papíru o různé kvalitě, mohou mít vliv na kvalitu konečného produktu. Pro bezporuchové zpracování potřeba vycházet z následujících předpokladů. [4]

Vady výrobku při zpracování papíru, které lze začlenit do následujících skupin:

- A) Kvalita řezání vkladu
- B) Přesnost řezání vkladu

4.1 KVALITA ŘEZÁNÍ VKLADU

Hlavní faktory, které ovlivňují kvalitu jsou: samotná životnost a odolnost řezací stanice, zadruhé pak kvalitní vyškolený personál, který dokáže využít maximálně potenciál stroje a odvést na něm kvalitní práci. [1]

4.1.1 Kvalita řezání

Do této skupiny byly začleněny tyto vady:

- přesnost a velikost řezaného vkladu,
 - vliv slisovaného svazku papíru,
 - deformace svazku papíru působením nože při řezu,
 - vady v řezu nože (tupé ostří nože, zanešení plochy lepidlem).
- [1]

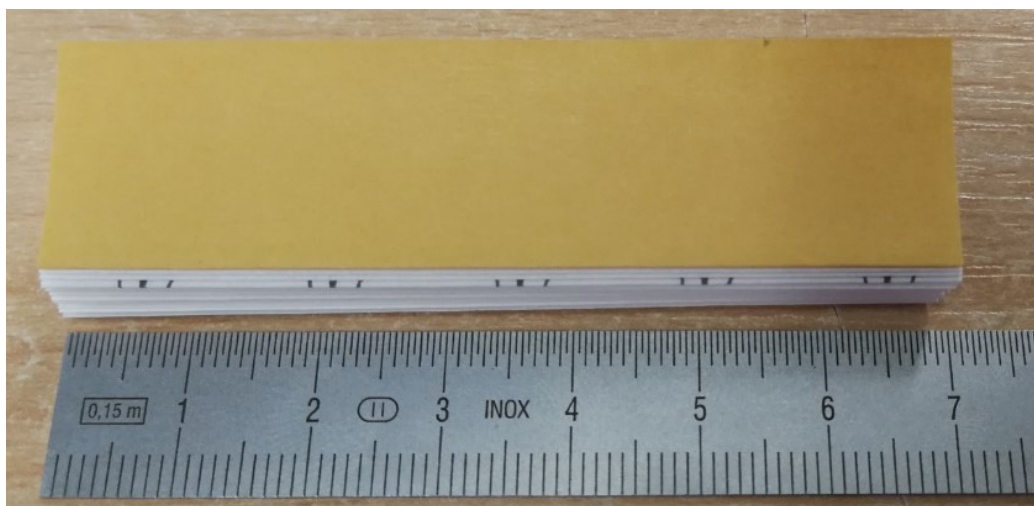
Kvalitou se rozumí soubor operací, které jsou provázány s jednotlivými částmi řezací stanice. Měření vkladu by měla být prováděna při každé výměně řezacího nože, za účelem zjištění přesnosti nastavení stroje a jeho funkcí. Všechny zkoušky by měly být prováděny s papírem určený k výrobě a odsouhlasený úsekem kvality.

Každý výrobce řezacích strojů a zařízení si definuje určité zkoušky. Zkoušky mají několik hlavních podmínek způsobnosti:

- typizovaný řezací nůž,
 - materiál, který je na daném řezacím stroji používán a zpracován nejčastěji,
 - nastavení přidržovacího tlaku vhodné pro daný materiál a šířku řezu materiálu,
 - Zkušební obsluha za účasti seřizovače či technika strojů.
- [1]

1) Přesnost a velikost stříženého vkladu

- dle předepsané specifikace ověříme délkovým měřidlem skutečné rozměry řezaného vkladu v automatickém režimu stroje. Určující je rozměr (délka x šířka) lístku a jeho tolerance ($\pm 0,5 \times 0,2$ mm), která je částečně dána určitou vůlí ozubených kol na vtažném lisu a nastavením řezací stanice. Další parametr je výška prvního lístku a jeho orientace, která je v následující operaci balení, tento lístek vytahován k víčku knížečky. [3]



Obr. 7 Kontrola rozměru vkladu (délka) [3]



Obr. 8 Kontrola rozměr vkladu (šířka) [3]

Pokud tento rozměr není dostačující nebo nesplňuje kritérium specifikace výrobku, je nutné seřízení stroje dle uvážení a schopností seřizovače nebo technika. Prověřit možnou poruchu navrhnout řešení její opravy. [2]

2) Vliv slisování svazku papíru

Kvalitní a přesný řez je možný jen tehdy, když je svazek papíru před započítím řezu dostatečně slisován. Svazek papíru se lisuje mechanicky přitlakem, který při řezání předbíhá nůž a při zpětném pohybu po řezu se za nožem opoždí. Slisování svazku papíru významně ovlivňuje průběh řezu i přesnost rozměrů řezaného papíru. Stlačení má dvě fáze. V první fázi se vytlačuje vzduch z prostoru mezi papíry. Ve druhé fázi se stlačuje řezaný materiál a svazek se elasticky deformuje. Proto je nutné volit takový tlak, kterým se nepoškodí řezaný materiál (otlak nebo natržení papíru), a který přitom podmiňuje dostatečnou stabilitu svazku při dalším řezání. Pokud je přitlačný materiál stlačován více, než je třeba, bude na vkladu vizuální stopa po přitlačné liště. Moderní stroje mění přidržovací tlak dynamicky, je totiž nastavitelný podle podmínek řezu. Teprve kombinace správného přidržovacího tlaku a správným úhlem nabroušení nebo nového nože se správným úhlem nabroušení mohou zaručit kvalitní řez. [1]

3) Deformace svazku působením nože při řezání

Přesnost řezu do značné míry ovlivňuje deformace svazku, k níž dochází při řezání. Probíhá až do okamžiku, kdy nůž překoná řezný odpor a vnikne do řezaného vkladu.

Deformace je ovlivněna:

- stlačením řezaného materiálu - čím méně je svazek slisován, tím více se deformuje,
- stavem ostří nože - deformace je tím větší, čím větší je úhel břitu a čím více je nůž otupen,
- objemovou hmotností a stlačitelností řezaného materiálu - deformace je tím větší, čím menší je objemová hmotnost papíru. [1]

4) Vady v řezu nože

Značný vliv na životnost ostří nože mají vlastnosti zpracovaného materiálu, zejména jeho obsah. Životnost ostří se zkracuje lineárně se stoupajícím výskytem složek, které jsou obsaženy v papíru. Při malém úhlu břitu nože se dokonce může stát, že nůž je zpočátku vlivem malé obvodové rychlosti vtlačován silou do materiálu a následně vlivem odporu zpracovaným materiálu vytlačován z roviny řezu, takže přední vrstva bude kratší než zadní vrstva vkladu papíru. [1]

Na přesnost řezání má vliv také šířka mezery mezi nožem a přtlakem u nože. Čím je tato mezera širší, tím menší je přesnost řezu. Nepřesnosti v řezu vznikají i na moderním, přesně pracujícím stroji. Příčinou je různorodost řezaného materiálu. Ideální by bylo, kdyby se na jednom stroji řezal pouze jeden druh materiálu. [1]

Zanášení plochy nože lepidlem

Procesem řezání vkladu dochází vlivem průchodnosti rotujícího nože do svazku k přichycení lepidla na odvod ostří nože. Převážné řezem vyšší gramáže papíru má za následek zhoršené podmínky podmínek řezu, kdy dochází k otupení nože. Projevuje se zpomalováním operace řezu, zhoršení kvality vkladu, zvukovým projevem a kmitání celé řezací stanice. [4]

Uváznutí papíru na řezacím ústrojí

V případě, že uvízne při operaci papír před nebo v řezací stanici. Vlivem volného vedení rolen papíru se segment bočního vodícího plechu se vychýlí a bezdotykový spínač vyšle signál do řídicí jednotky a jednoúčelový stroj se zastaví. Je nutné zjistit příčinu poruchy a po jejím odstranění znovu zakrátit pramen papíru a zavést jej do řezací stanice. [3]

Výměna diskového nože

Pokud dojde k otupení nebo vylomení řezacího nože, je nutné jej vyměnit. Tuto operaci smí provádět pouze v režimu údržby, a to pouze kvalifikovaným seřizovačem nebo technikem strojů a při zcela vypnutém zařízení, veškeré zdroje energie musí být vypnuté (elektrické i pneumatické) a zajištěny proti zapnutí. [4]

Prach a zbytky odpadu zpracovaného papíru:

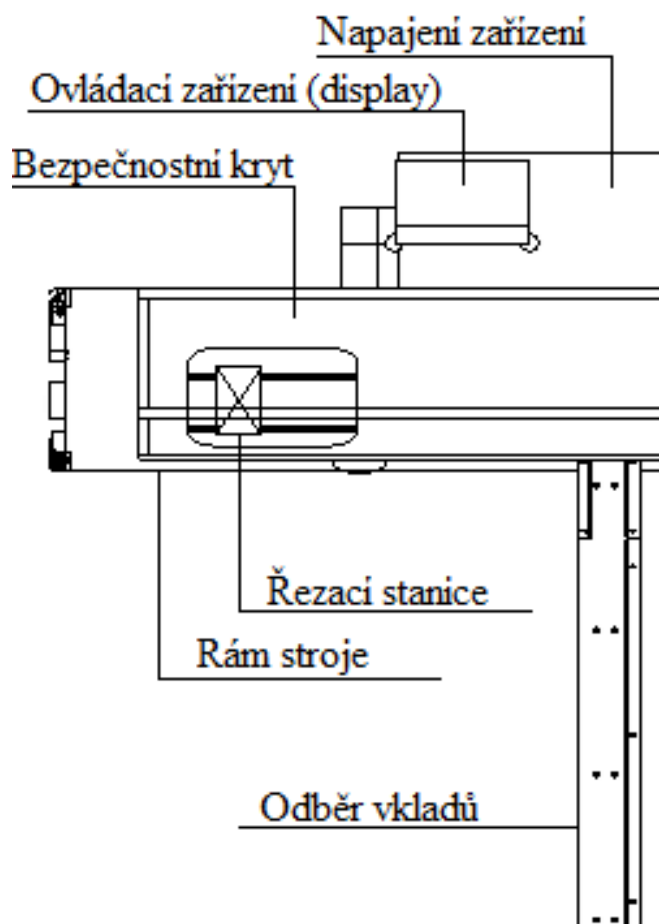
V místě uložení a také v pracovním prostoru chodu řezací stanice, dochází procesem řezání papíru k usazování prachu a zbytku odpadu zpracovaného materiálu na vodících čepech pohybu a také v nožovém bloku řezací stanice. [4]

5. ŘEZACÍ STROJE

Pro porovnání a posouzení účinnosti jsem zvolil tento jednoúčelový automatický řezací stroj, který se nejčastěji využívají pro malé a velmi malé zakázky. Pro některé zakázky ve velmi malých nákladech je totiž zpracování na těchto zařízeních levnější a kvalitativně dostačující. U výkonných řešení je totiž nutné mimo jiné počítat i s poměrně dlouhými časy potřebnými na přestavbu a seřízení stroje, které při velmi malých nákladech pohybujících se například do prototypových kusů nebo limitované edice, výrazně prodražují výslednou jednotkovou cenu. [4]

5.1. JEDNOÚČELOVÝ AUTOMATICKÝ ŘEZACÍ STROJ

Stroj s řezací stanicí slouží k odvíjení kotoučů zpracovávaného papíru, skládání a řezání vkladů určité délky pro další zpracování na kruhových automatech. Hlavní komponenty jednoúčelového automatického stroje osazen řezací stanicí. [4]



Obr. 9 Skica a popis stroje [4]

5.2 TECHNICKÉ ÚDAJE

1. Typ stroje

Jednoúčelové automatické zařízení na řezání svazku papíru.

2. Použití

Běžné používání. Stroj slouží k odvíjení kotoučků papíru, skládání, řezání papíru do vkladu.

3. Specifikace výrobků a přířezů

Je navrženo k výrobě speciálního papíru. Konečný výrobek: Vklad složeného papíru dle specifikovaného formátu.

4. Rozměry speciálních papírků

Např.: D x Š: 69 x 37 mm.

5. Přípustný papír

Di= 120 mm,

Šířka: 37 mm,

Da= 420 mm,

Délka: 3000 m

B = 37 mm,

Kvalita papíru: 12-23 gram/m²,

[4]

Všeobecná data jednoúčelového automatického stroje:

Provozní napětí 400V AC,

Řídicí napětí 24V DC,

Signalizační napětí 24V DC,

Prvotní jištění 16A,

Jmenovitý příkon 3 kW,

Tlak vzduchu 6 bar,

Pracovní rychlost 30-240 taktů/ min.,

Ovládání stroje pomocí ovládacího panelu na stroji s krytem CP Rittal,

Řízení stroje pomocí Centrální jednotky Siemens S7-313,

Osvětlení stroje stroj nemá vlastní osvětlení,

Hladina akustického výkonu stroje ≤ 85 dB,

Hladina emisního akustického tlaku

v místě obsluhy ≤ 74 dB,

Znečištění prach povolen, Kyseliny, louhy, korozivní plyny nejsou povoleny.

[4]

5.3 FUNKCE A ÚČEL STROJE

Stroj s řezací stanicí a výsuvnou částí pro ruční odběr je zařízení k odvíjení, skládání do sebe a řezání určitého svazku pevně stanoveného papíru v jeden vklad, přičemž obsahem takového vkladu o určité délce jsou do sebe složené papírky. Za tímto účelem se kotoučky se speciálními papírky o určitém pevně stanoveném počtu odvíjejí z rámu stroje, kde jsou zachyceny. Vymotané papírové kotoučky se potom na skládacích zařízeních skládají do sebe tak, že vznikne nekonečný papírový svazek, který se skládá z do sebe složených papírků. Tento papírový svazek papíru se přivádí pomocí tažné jednotky řezací stanice k pracovnímu kroku řezání vkladu. V tomto řezacím zařízení se ze svazku řezají papírové vklady o zadané délce a vzápětí jsou tyto vklady transportovány pomocí přepravních tvarovaných řemínků k výsuvné části. Pomocí ovládacího panelu mohou být nastaveny rychlost, počet bobin, které se mají zpracovávat nebo ruční a automatický režim stroje. Zároveň se na tomto displeji zobrazují poruchy a právě zpracované množství papírových vkladů. [4]

5.4 POPIS ČINNOSTI PRO PRAVIDELNOU ÚDRŽBU

Stávající postup kontroly řezací stanice:

- očištění nebo výměna diskového nože od lepidla, vizuální kontrola ostří,
- kontrola stavu řemenů pohonu a vůlí v uložení kyvné části řezací stanice,
- kontrola ozubeného převodu rotace nože a dalších částí,
- lineární vedení vozíku řezací stanice - po očištění nanést ochranný film (CRC - nízkoteplotní plastické mazivo),
- lineární vedení přítlaku - po očištění nanést ochranný film (CRC – nízkoteplotní plastické mazivo),
- kontrola tuhosti a vůlí na zátěžových spojkách, valivého ložiska hlavní hřídele pohonu,
- namazání kloubových hlavíc táhel - mazací tuk, na nepřístupná místa použití (CRC – nízkoteplotní plastické mazivo),
- kontrola funkčnosti čidel: přetížení ucpání před nožem, přetížení ucpání za nožem. [4]

5.5 BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Při konstrukci řezné stanice technologičnosti racionalizace jsme přihlíželi k bezpečnosti práce:

- Jakékoliv manipulace prsty rukou mezi kolečky posuvu vpřed během ručního nastavovacího režimu stroje a chodu stroje se nesmí provádět, protože může dojít díky sevření prstů v zařízení ke zranění.
- Navlékání papírového pramene do hlavy nože se může provádět jen v režimu ručního nastavování.
- Jakékoliv manipulace prsty rukou do hlavy nože během ručního nastavovacího režimu stroje a chodu stroje se nesmí provádět, protože může dojít díky sevření prstů v zařízení ke zranění.
- Jakékoliv manipulace prsty rukou do oblasti nože a hlavy nože je zakázáno, protože může dojít k poranění v důsledku pořezání.
- Při výměnách diskového nože je potřeba dbát na to, že tento nůž je velmi ostrý a že existuje velké nebezpečí, že si obsluha stroje může přivodit řezná poranění. [4]

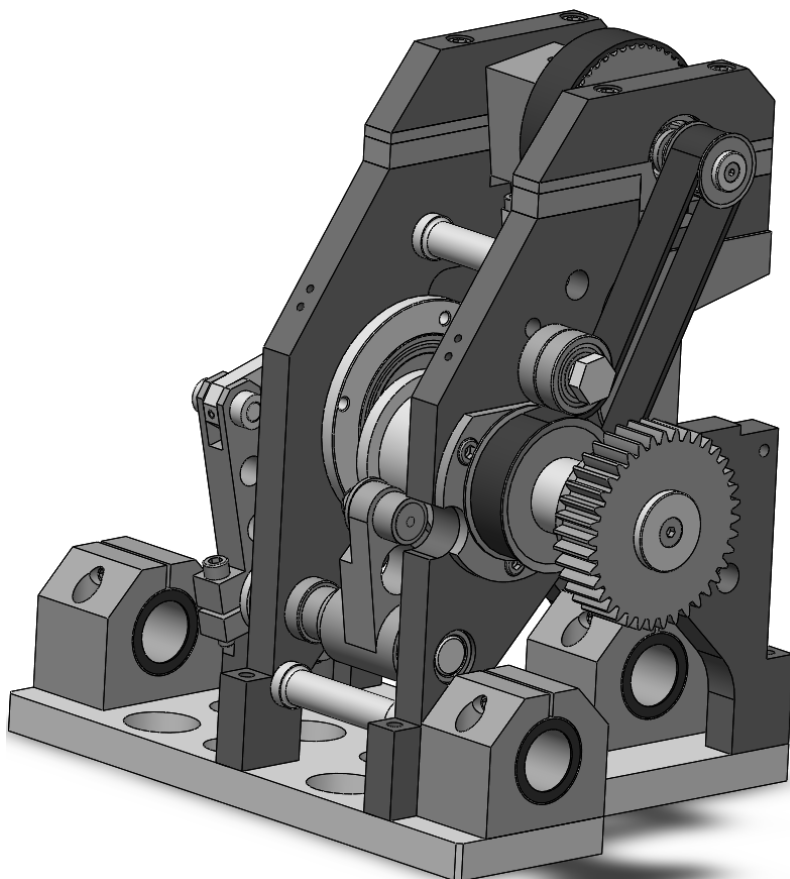
Vyhrazené zvláštní podmínky pro provoz

- dodržování hygienických činností (čištění nebo dezinfekce),
- dobrý technický stav stroje a zařízení,
- žádné přímé sluneční záření,
- dostatečné vnitřní osvětlení,
- Na pracovišti je nutné zajistit dostatečné větrání.

[4]

6. SOUČASNÁ ŘEZACÍ STANICE

Vady výrobků, které se při zpracování objevují, ovlivňuje v zásadě technologičnost konstrukce řezací stanice. Pro lepší posouzení stavu, bude řezací stanice demontovaná a vyložena mimo pracovní prostor stroje. Jednotlivé části budou rozebrány a vysvětleny funkce a účel.



Obr. 10 Současná řezací stanice [4]

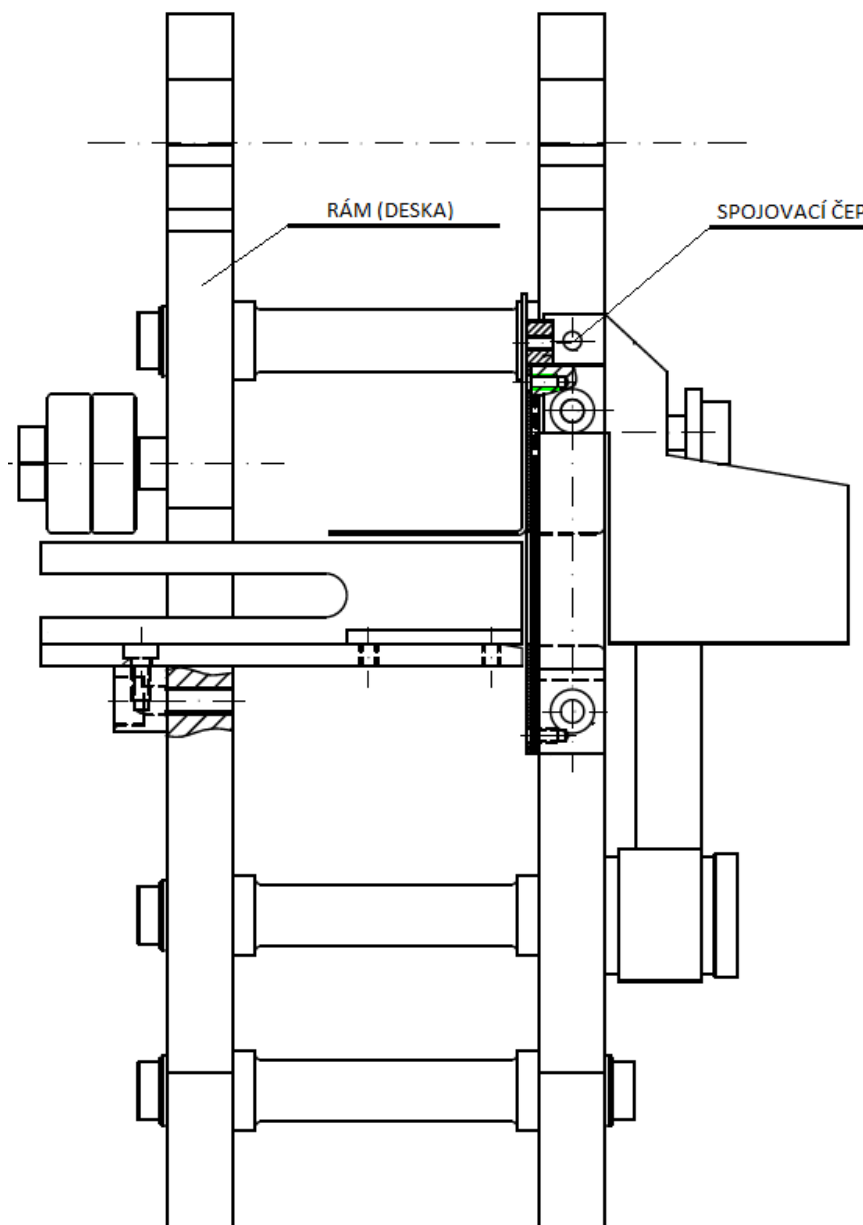
Tento typ řezací stanice je osazeno víceméně na všech jednoúčelových automatických strojích, používané pro řezání vkladu papíru. Řezací stanice je součástí jednoúčelového automatického stroje, které byly objednané a dodané jako kompletní zařízení. Jednoúčelové automatické řezací stroje postupem času přibývalo v závislosti se zvyšováním produkce a sortimentem nabízené výroby.

6.1 RÁM

Je konstrukční prvek tvořen 2 hlavními částmi. Řezací stanice je díky tomu stabilní a nenáročná na demontáž.

6.1.1 Pevná část: (Rám)

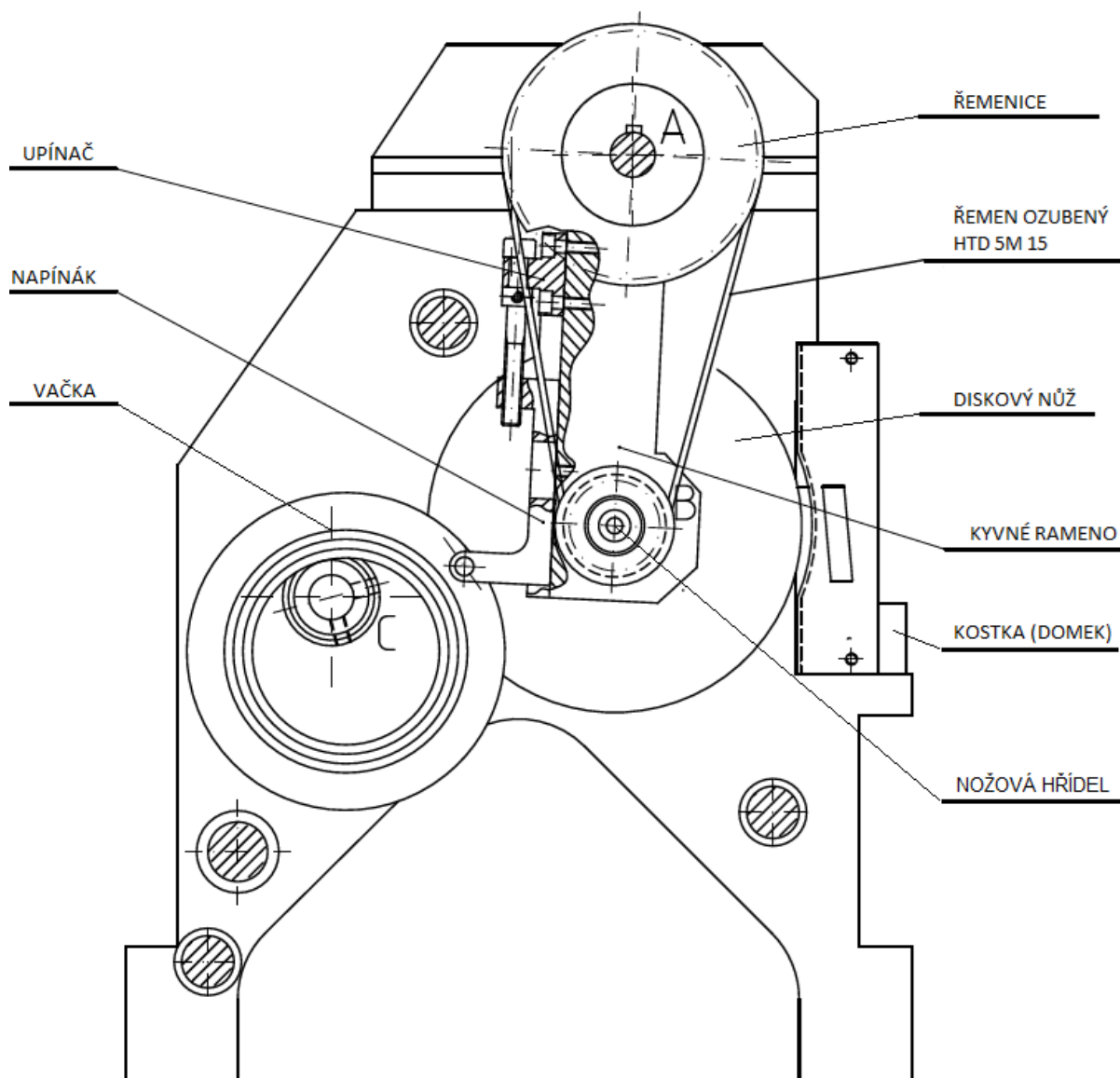
Vertikální rám je základ, ve kterém jsou usazeny všechny další pohyblivé části pohonu. Je vyroben ze dvou kusů hliníkových desek, které jsou navrženy tak, aby vydržely tlakové zatížení, jsou propojeny čepy. Rám řezací stanice musí být v prostoru vymezen a ve stroji usazen vodorovně, fixovaný je 4 ks šrouby: M6 x 50 mm k základové desce. [4]



Obr. 11 Rám řezací stanice – vertikální rám, 3x spojovací čepy [4]

6.1.2 Kyvná část: (nožová hřídel)

Horizontální část tvoří hřídel s elementy uložená v rámu horní části řezačky. Přes pohonné ústrojí (řemenici) se ozubeným řemenem převádí převod, kterým se rozpohybuje nůž a současně i vačka a přes kyvné rameno se provádí řez daného vkladu. Vklad následně odveden pomocnými rolnami. Kostka slouží jako manipulační prostor pro vedení svazku zpracovávaného papíru. [4]



Obr. 12 Pohonné ústrojí – řez vkladu [4]

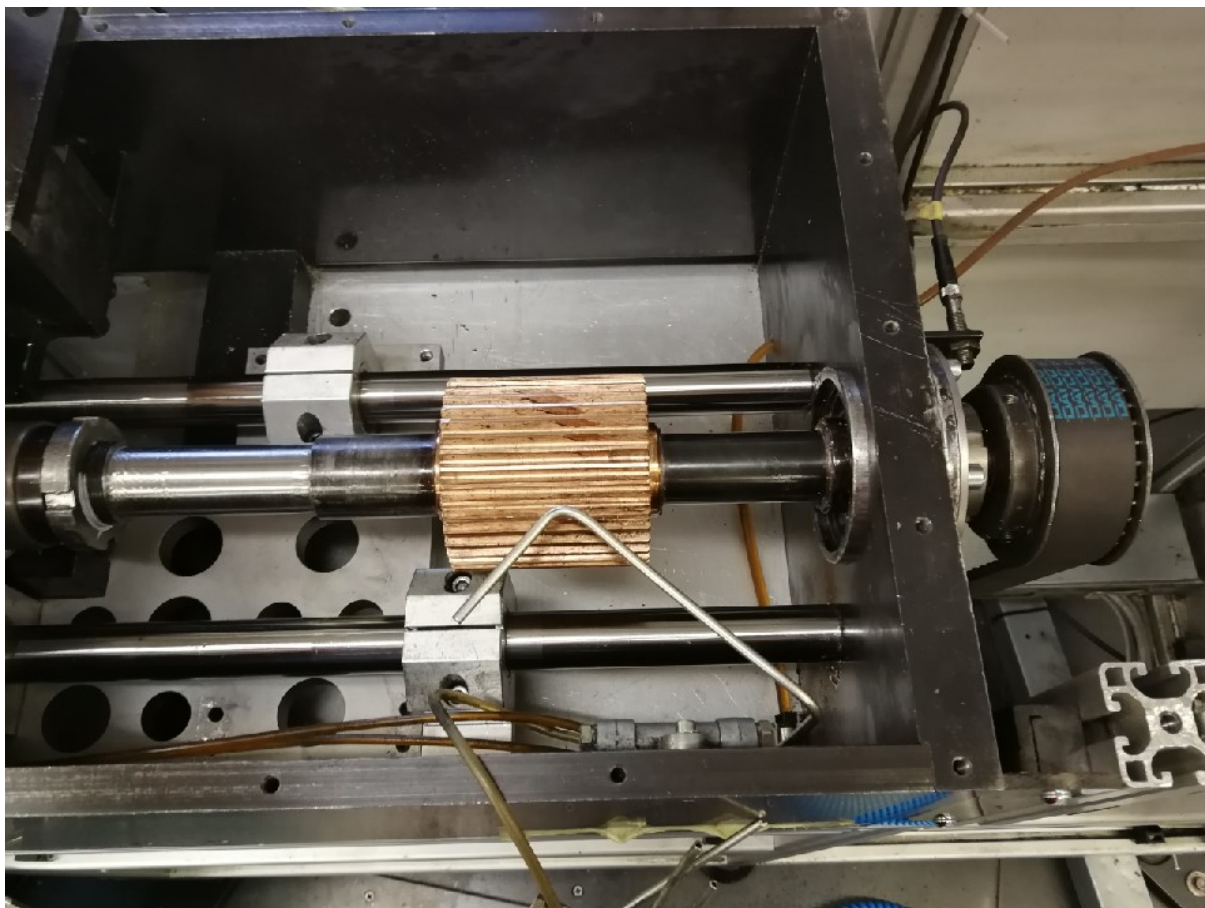
6.2 POHONNÉ ÚSTROJÍ

Pohon řezací stanice zajišťuje elektromotor, jehož síla je předávána pomocí neoprenového jednostranného řemene a hlavní hřídele osazené vačkou (vačka – určuje délku vkladu). Jmenovitý výkon elektromotoru je dimenzován 3 kW. Provozní napětí je podle typu motoru pohonu 400 V a při proudu 10 A. Pomocí elektromotoru a profilového pryžového řemene se přenáší rotační pohyb na klikovou skříň (hřídel s pohonem) a tím se mění poloha řezací stanice (Obr.13). [4]

Před klikovou skříní je pohon rozdělen na dvě části:

- řez vkladu,
- dopravení vkladu do výstupního bloku.

Tyto části jsou spojeny pomocí vlnovcové spojky, která je kalibrována tak, aby při přetížení stroje se uvolnila a tím nedošlo k poškození dalších částí stroje. [4]



Obr. 13 Spojení hlavní hřídele s pohonem elektromotoru [4]

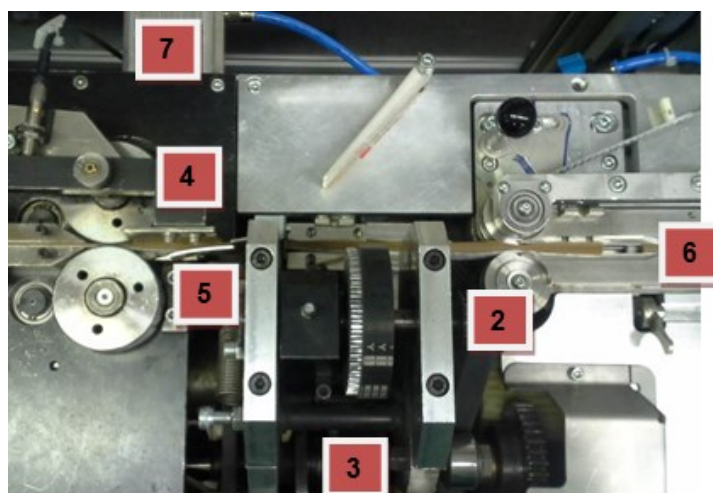
6.3 NOŽOVÝ BLOK

Na nožovou hřídeli je pomocí podložky a šroubu upnut diskový nůž. Dráha vedení nože při řezu se vyvíjí dle zvolené polohy díry na vačce. Tento pohyb má za následek to, že diskový nůž pronikne svým obvodem ostří celou šíří svazku papíru. [4]



Obr. 14 Cyklus rotujícího nože [4]

Na konci pohybu vpřed je oddělený vklad předán dopravníku řezačky. Nyní se řezací stanice rychle přesune do původní polohy a cyklus začne znovu (Obr. 14).



Obr. 15 Zástavba řezací stanice [4]

1. Řezací nůž, 2. Převod otočného pohybu řezacího nože, 3. Excentr pro kyvný pohyb řezacího nože, 4. Vodicí plech papírového svazku, 5. Přidržený plech, 6. Převodná trasa pro vklad speciálních listků „dopravník řezačky“, 7. Pneumatický válec pro přítlačný válec. [3]

6.4 DISKOVÝ NŮŽ

Slouží k samotnému řezu materiálu. Nůž je velmi křehký a také náchylný k nesprávnému zacházení, vyjímání nebo osazení na nožovou hřídel, důvodem neopatrné manipulace dotyku obvodového ostří s jinou plochou. [1]

- **Nože z vysokovýkonné oceli (HSS):**

V současné době jsou praktikované nože z vysokovýkonné oceli. Tyto nože jsou vyrobeny z vysokovýkonné, vysoce legované oceli s přidavkem dalšího prvku. Standardně je přidáváno 18% wolframu. Životnost těchto nožů je třikrát až pětkrát vyšší než u normálního nože vyrobeného z nástrojové oceli. [1]

- **Nože z tvrdo - kovu (HM):**

Používané jsou také nože z tvrdo - kovu. Samotný břit může mít různé vlastnosti kvůli své zrnitosti a způsobu legování. Obecně platí, že čím jemnější zrno, tím tvrdší břit. Používají se na veškeré materiály a papíry včetně recyklovaných kartónů. [1]

- **Speciální odvalovací nože:**

Za zmínku stojí říct, že tyto nože se používají při operaci gumování kotoučů papíru. Tento typ nože se používá pro řezání materiálu obsahujících lepidlo, jako jsou samolepící papíry. Pokud by tyto materiály byly řezány klasickým nožem, velmi rychle by docházelo k jeho zanášení lepidlem. Struktura zaručuje nižší přilnavost a ne tak vysoké množství usazeného lepidla. [1]

6.4.1 Ostří nože

Stav ostří nože má značný vliv na velikost řezné měrné síly i na přesnost řezu. Ovlivňuje také kvalitu řezané plochy provazu, a tím i kvalitu řezaných okrajů vkladu papíru. Při řezání tupým nožem se řezná měrná síla několikanásobně zvětšuje stabilita nože a životnost jeho ostří závisí na kvalitě nožové oceli, na tvrdosti ostří, na úhlu břitu, na broušení a obtažení, které musí být přizpůsobeny vlastnostem řezaného materiálu. Ostrý nůž má poloměr ostří 2 až 6 μm , kdežto u tupého je poloměr ostří 30 až 35 μm . [7]

Rozlišují se 3 stupně ostří nože, označované římskými číslicemi I – III (Obr. 16):

- **Stupeň I. - poloměr ostří 3 10 μm .**

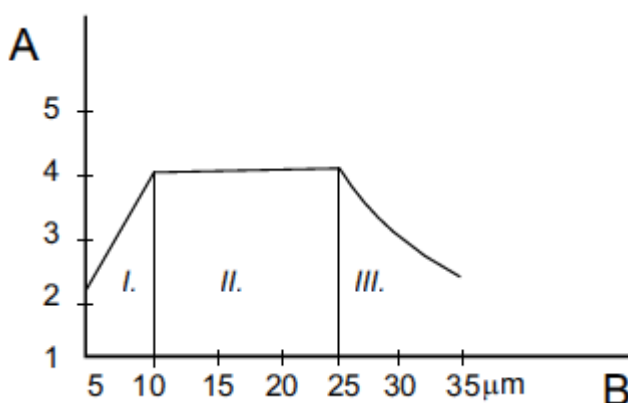
Nůž vykazuje jemné nerovnosti ostří, zbylé po nabroušení a obtažení. Řez vykazuje jemné trhliny, které postupně po 50 až 200 řezech mizí.

- **Stupeň II. - poloměr ostří 10 25 μm .**

Kvalita řezu je velmi dobrá - jde o normální otupení, kdy nůž nejlépe řeže.

- **Stupeň III. - poloměr ostří 25 40 μm .**

Plocha řezu začíná být hrubá, řezané okraje vykazují trhliny, řez je méně kvalitní až nekvalitní. [7]



Obr. 16 Stupeň kvality řezu [7]

A – stupeň kvality řezaného materiálu, B – stupeň otupení břitů nože.

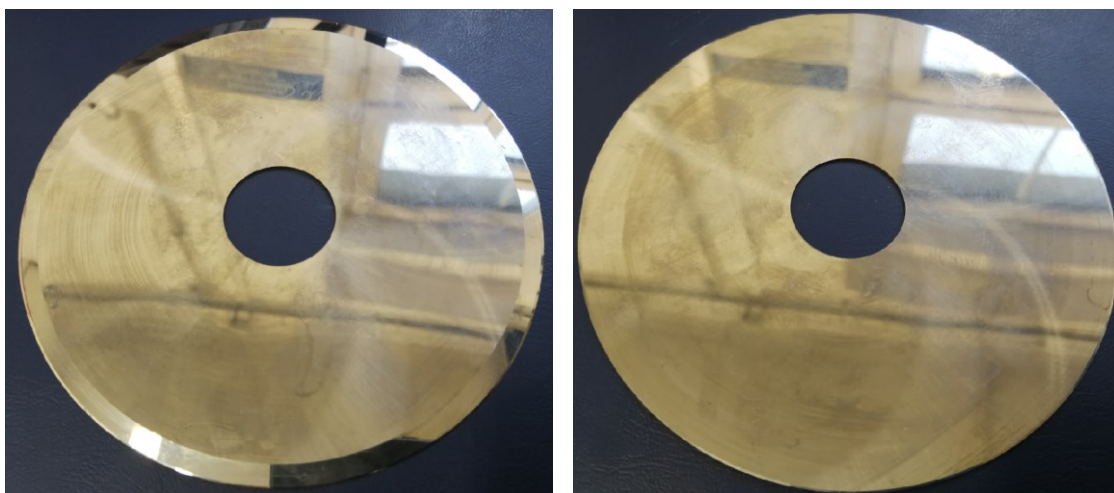
6.4.2 Broušení nožů

Pokud se používáním nebo z jiného důvodu diskový nůž otupí, je třeba jej naostřit. Otupený či jinak poškozený nůž se musí urychleně vyměnit, než dojde k jeho částečnému nebo úplnému nevratnému poškození. Tyto nože se po výměně vyřazují a recyklují. Broušení tupých nožů je precizní práce, která vyžaduje znalosti a zkušenosti. Broušení provádí stroje, které musí nabrousit nůž tak přesně, aby byla zachována souosost. K samotnému broušení se používá brusných kotoučů s různými vlastnostmi. [6]

Volba brusného média závisí na mnoha faktorech:

- typ broušeného nože, výkonové parametry samotného brousícího stroje (síla a otáčky),
- typ a výkon chladícího zařízení, požadované parametry nože (drsnost, velikost obrusu, úhel a délka nože) a směr broušení. [7]

Brousícím médiem je myšlen brousící prostředek (korund, borazon, diamant) v pojivu (keramika, přírodní a syntetická pryskyřice, guma, magnezit). Po nabroušení je nůž ještě lapován. Lapování je dokončovací operace a slouží k odstranění mikro-ostřin na hranách nože. Úhel broušení nože výrazně ovlivňuje životnost nože a jeho praktické využití. Malé úhly obroušení zaručují sice kvalitní řez, ale ostří nože se velmi brzy otupí. Proto je volba úhlu obroušení kompromisem dvou protikladných veličin. Na jedné straně malý úhel pro kvalitní řez, na straně druhé je to větší úhel pro delší životnost čepele. Nůž je proto broušen pod několika úhly. První úhel α je aplikován při broušení nože, úhel β pro broušení samotného břitu a úhel γ pro případné vybroušení fazety na břitu. Fazeta je široká 0,6 až 0,8 mm. [7]



Obr. 17 Broušený nůž [4]

Správné broušení diskového nože zajišťuje firma, která má tradici a mnoho zkušenosti v tomto oboru. Zajišťuje kompletní servis nožů, jejich broušení a renovaci. Při broušení je nutno dodržet rovinnost ostří a úhel břitu nože.

7. NOVÁ ŘEZACÍ STANICE

Možnosti používání současné řezací stanice má své hranice. Vzhledem k rostoucí výrobě neúměrně rostou náklady na kvalitu a přesnost řezání vkladu, to přináší plánované kontroly stavu řezací stanice a jednotlivých částí. Velký důraz je kladen na pevnost, odolnost a spolehlivost řezací stanice. Po zralé úvaze jsme se rozhodli pro pokrok v této oblasti, abychom odstranili vady a dosáhli požadavků jakosti výroby. Oslovili jsme proto zainteresovanou konstrukční firmu, která má dostatečné zkušenosti v této oblasti, probrali a předali všeobecné požadavky na konstrukční vyhotovení nové řezací stanice.

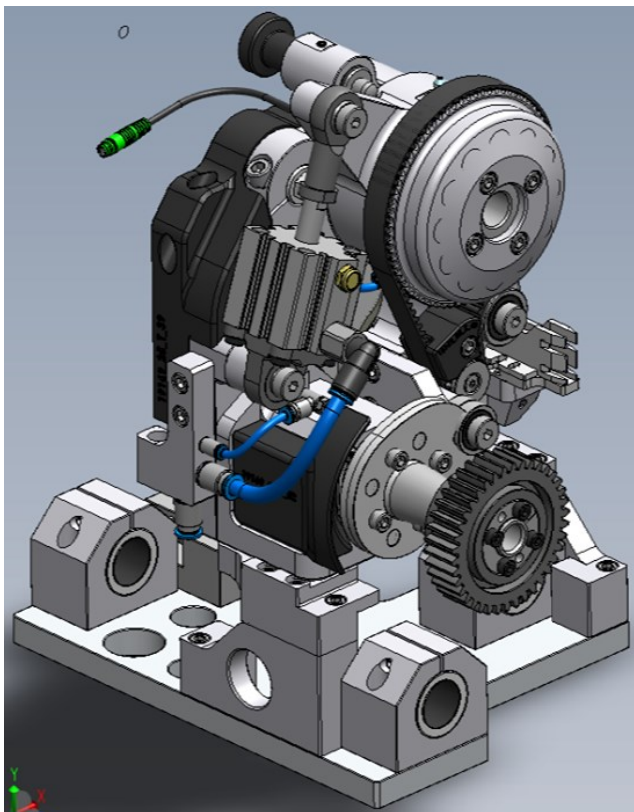
7.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA KONSTRUKCI NOVÉ ŘEZACÍ STANICE

- **kompaktní konstrukce:**
 - podobnost dle rozměru pro zástavbu v řzacím soustrojí, minimální zásah do stavby jednoúčelového stroje,
- **zachování produktivity:**
 - stabilní výkon řezací stanice po celou směnu, eliminace ztrátového času,
- **menší zmetkovitost řezaných vkladů / výmětu papíru:**
- **životnost řezací stanice / odolnost proti nadměrnému opotřebení:**
 - dle zatížení volit vhodný materiál: pevnost, vyšší odolnost proti opotřebení.
- **zvýšení kvality a geometrii rovinnost řezu vkladu:**
 - volba správného způsobu lisování zpracovávaného papíru, geometrie tvaru přítlaku,
 - způsobilost diskového nože a jeho vady,
- **jednoduchost na seřízení a výměnu řezacího nože:**
 - ergonomie montážních úkonů (dostupnost),
 - dodržení bezpečnosti práce a ochrany osob,
- **zabezpečení proti kolizi:**
 - automatizace, řídicí systémy a pohony,
 - kontrola pomocí snímačů: indukční, optické senzory,
 - hřídelové, pojistné spojky

- **náklady na údržbu a náhradní díly:**
 - pravidelné intervaly mazání a kontrola stavu,
 - dostupnost náhradních dílů: normalizovaná valivá, lineární kuličková ložiska, svěrná pouzdra, ozubené řemeny, rotační hřídele, atd.

7.2 NOVÁ ŘEZACÍ STANICE

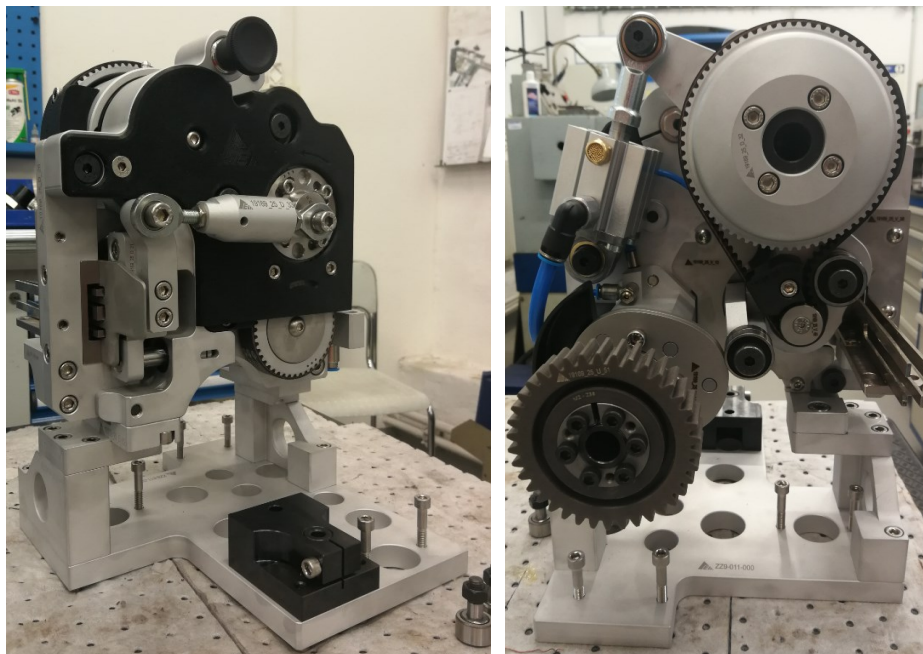
Koncem roku 2019 byl navržen a přestaven koncept nové řezací stanice. Zrekapitulování potřebných informací spojené s vývojem, inovacemi a dohodnutí termínu dodání. Případná opatření přípravy nebo změna některých podstatných věcí, která by se projevila v konstrukci řezací stanice, před samotným zadáním dílů do výroby.



Obr. 18 Model nové řezací stanice – přední část

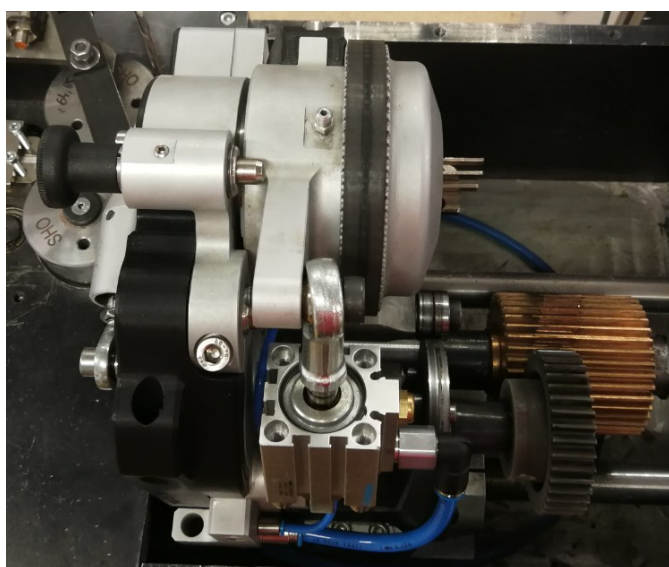
Snaha docílení podobnosti konstrukce dle možnosti zástavby v řzacím soustrojí jednoúčelového stroje, donutila výrobce zachovat základnu pro ukotvení nové řezací stanice (Obr. 18).

Začátkem roku 2020, jsme fyzicky obdrželi zhotovenou a kompletně složenou novou řezací stanicí (Obr. 19), která bude postupem doby nahrazovat stávající. Prototypové technologické řešení, na základě kterého se vyhodnotí způsobilost řezu.



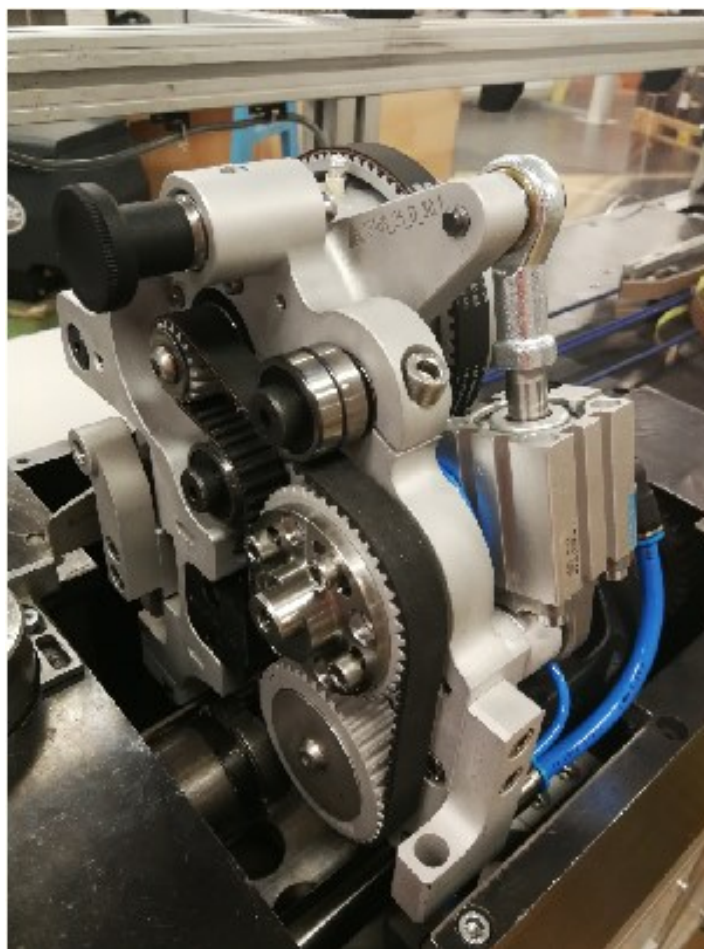
Obr. 19 Nová řezací stanice

Po provedení menších úprav, konkrétně podložení mostu výstupu za nožovým blokem, jsme mohli provést zástavbovou zkoušku (Obr. 20) a v ručním režimu pohyb chodu řezací stanice. Z důvodu dosažení rozměru velikosti a také v návaznosti na spojení ostatních součástí spojené s pohonem řezací stanice.



Obr. 20 Zástavbová zkouška na stroji

Novou řezací stanicí jsme nastavili dle zvolených parametrů konstrukce schválené výrobcem zařízení a podrobili zkoušce způsobilosti, abychom zjistili dokonalosti provedení, odolnosti jednotlivých částí a samozřejmě kvalitě a přesnosti řezu. Hlavní pohyb nové řezací stanice je zajištěno jak u stávající řezací stanice hlavní hřídelí pohonu stroje dále ozubeným kolem (vyrobena z modifikovaného plastu, z důvodu přenosu kroutícího momentu) na hřídel řezací stanice, dále rozvodem napnutého ozubeného řemene, kterým se také ovládá pohyb přitlaku a rotaci nože. Trajektorii cyklu kyvného ramene je řešen vačkou, kterou opisuje rameno s podporou vzduchového válce.



Obr. 21 Hlavní pohyb řezací stanice

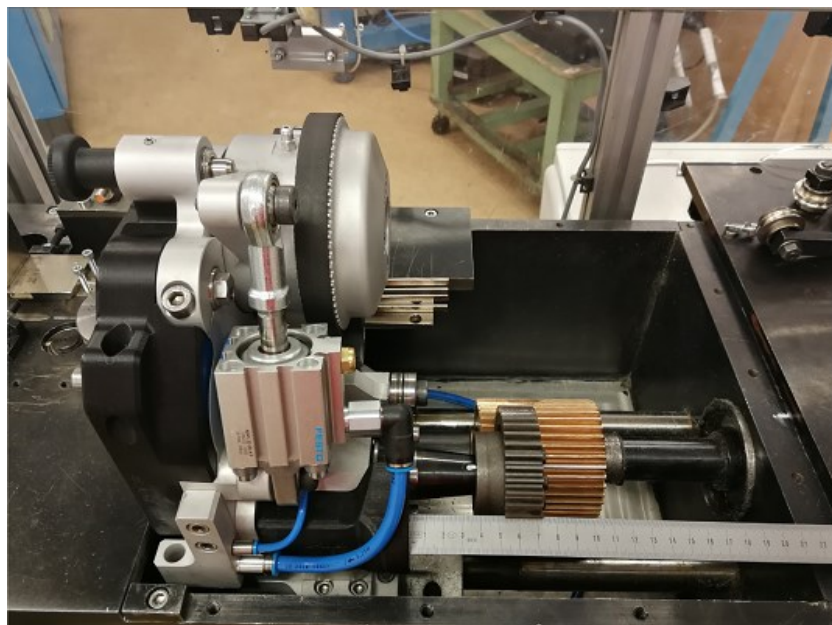
Přívod tlakového vzduchu je řešen pod lineárním vedením řezací stanice do rozvaděče. Odtud je rozveden do dvou okruhů (Obr. 21 a Obr. 23):

1. ovládá vzduchový válec kyvného ramene,
2. využití chlazení nože a čištění nožového bloku od prachu a zbytku odpadu zpracovaného materiálu.

Seřízení nové řezací stanice a její nastavení do počáteční (nulové) polohy, kdy se vačka pohybu vrací zpět (vpravo) a přítlak u nože začne nabíhat (Obr. 22). Řez vkladu velikosti SHORT, můžeme také určit a nastavit. Vzdálenosti rozdílu stěny skříně uložení královské hřídele a obvodovou vačkou pohybu řezací stanice (Obr. 23).

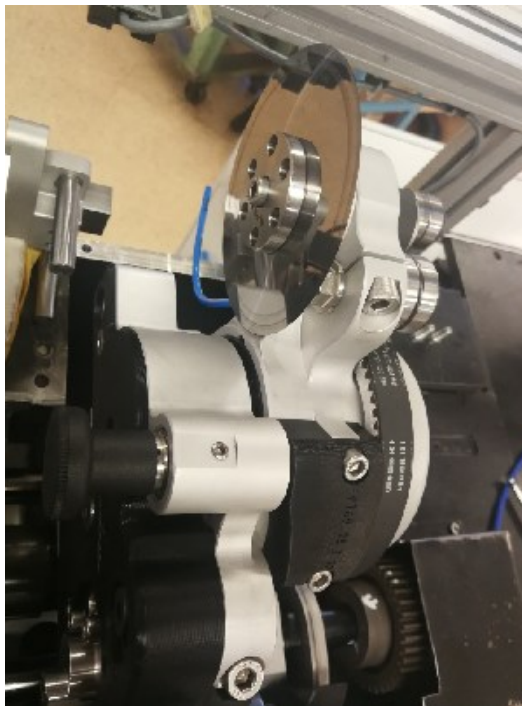


Obr. 22 Náběh přítlaku u nože



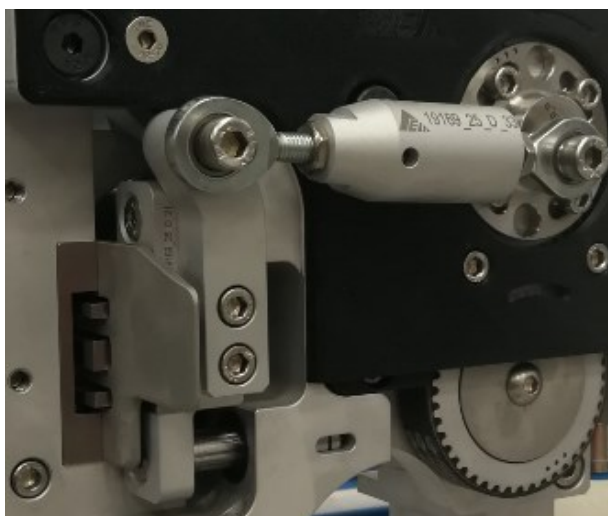
Obr. 23 Vzdálenost mezi stěnou skříně a vačkou řezací stanice

Výměna diskového nože je řešena uvolněním kyvného ramena nožové hřídele a vytočení do horní polohy, kde se zajistí čepem na pružině proti pohybu. Přístup k noži je tak viditelně jednodušší (obr. 24), a nemůže dojít k jeho poškození. Zajištění nože je zde identické jako u současné řezací stanice, jedním středovým šroubem M6 x 8 mm.



Obr. 24 Výměna diskového nože

Stlačení svazku papíru zajišťuje součást, která je složena ze tří prvků dílu (obr. 25). **1.** tvarová kostka, **2.** vodící deska se dvěma čepy uložena v těle řezací stanice, pohybující se v lineárním vedení, **3.** Stavitelné rameno pohybu se 2 vodícími oky a uprostřed tlumičem dorazu.



Obr. 25 Přítlak u nože

8. POROVNÁNÍ VAD ŘEZACÍ STANICE

Velkou výhodou současné řezací stanice, že při větší poruše nebo kolizi je vhodné nahradit jinou stanicí stejného typu. Proto je možné tyto řezací stanice libovolně přehazovat mezi jednotlivými jednoúčelovými stroji. Tato modifikace má výhody časová nenáročnost na výměnu a použití jednotlivých částí, které se dají zaměnit.

Nevýhodou současné řezací stanice je složitější výměna nože, při montáži nového nože dochází velmi často vlivem neopatrnosti k otupení ostří. Ostří nože se řezem otupí pouze po ½ obvodu, je to dáno tvarem klikového mechanismu, který ovládá pohyb kyvné části. Mechanické rameno ovládání pohybu přitlaku u nože a jeho součásti vykazuje opotřebení. Nedostatečným slisováním papírového svazku není zaručena rovinnost stříhu a dále může docházet k poškození nože. Seřízení stanice vyžaduje zkušenosti seřizovače nebo technika.

Při vzniku poruchy nebo kolize, kdy je nutná demontáž rámu a její zpětnou montáž neodborný způsobem, nezaručuje optimální chod a provázanost jednotlivých částí řezací stanice.

Porovnáním způsobilosti současné a nové řezací stanice na určeném jednoúčelovém automatickém stroji, kde byl zpracován papír různých druhů a gramáže, ale vždy se jednalo o řezání vkladu velikosti SHORT. Jednotlivé zkoušky na určení kvality řezu s ohledem na odolnost a životnost jednotlivých částí řezací stanice

Celkem jsem porovnal 5 druhů zpracovávaného papíru, od 14 – 21 g/m². V práci je detailně ukázán uřezaný vklad. Vady, které zkoumám u současné řezací stanice, jako kvalita řezu, rovinnosti řezu, řez vkladu tupým nožem, nedostatečným stlačením (lisování) papíru. Vždy je uveden, jaký materiál je zpracován, a také jestli je součástí vkladu papíru karton nebo papírek ROS (run-out-slip). Tyto druhy barevných papírků, mají odlišné složení a jinou gramáž. Slouží ke zjištění stavu počtu papírků v knížce a jsou charakteristické pro jednotlivé zákazníky.

8.1 VADA VÝROBKU č. 1 - vada stavu ostří nože

Materiál papíru: 14 gram/m², 60 lístků, první lístek: potištěný, ROS: potištěný.

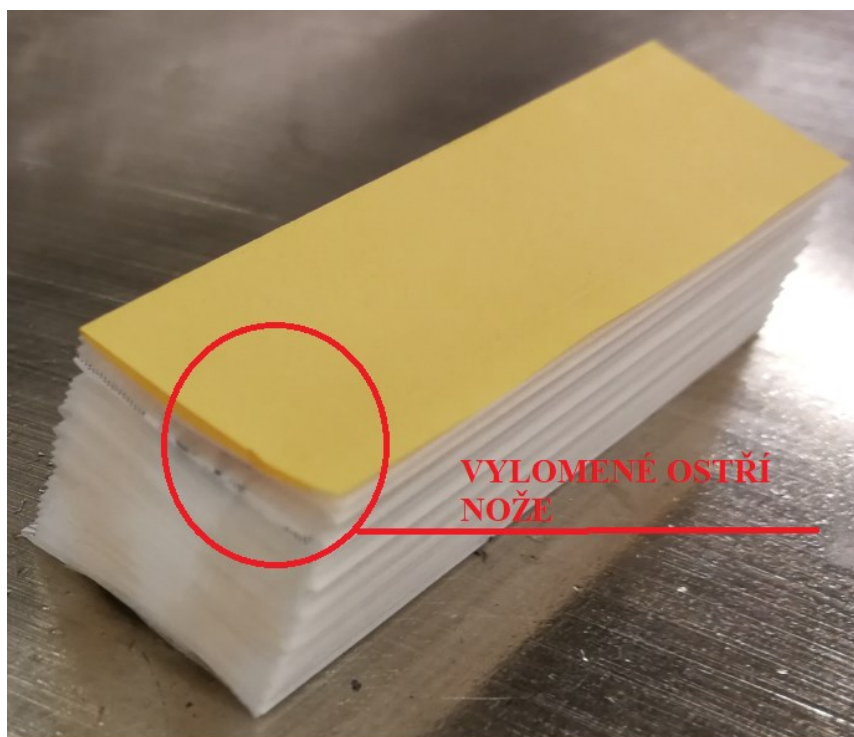
Parametr	Provedení	Tolerance	Poznámka
Rozměr lístku	69 mm x 37 mm	±0,5 x 0,2 mm	délka x šířka
Forma	podélně složený	± 1,0 mm	šířka
Šířka gumování	5,5 mm	± 1,0 mm	-
První lístek	červeno/černý tisk na béžovém podkladě	složený	šíře 37 mm
Run-Out slip	** za Run-Out slipem 5 cigaret. lístků do konce	0	složený, šíře 36 mm
Počet lístků v knížečce	60	0	-

Současná řezací stanice:

při řezu vkladu se nůž tupí pouze ½ obvodu svého ostří, dochází k postupnému zhoršení kvality řezu (Obr. 26).

Opatření:

Diskový nůž je nutné vyměnit nebo otočit o 180 stupňů. Kvalita takového vkladu vytváří neshodu.



Obr. 26 Vklad č.1 – současná řezací stanice

Nová řezací stanice:

řez vkladu je čistý a bez viditelné vady (Obr. 27), nůž se při řezu opotřebovává rovnoměrně. Při každém cyklu řezu je nůž v jiné pozici, což zvyšuje jeho životnost.



Obr. 27 Vklad č.1 nová řezací stanice

8.2 VADA VÝROBKU č. 2 - nerovnoměrné slisování svazku papíru

Materiál papíru: 18 gram/m², 50 lístků, poslední lístek: žlutý.

Parametr	Provedení	Tolerance	Poznámka
Rozměr lístku	69 mm x 37 mm	±1,0 x 0,2 mm	délka x šířka
Forma	podélně složený	± 1,0 mm	šířka
Šířka gumování	5,5 mm	± 1,0 mm	-
Lepidlo	žlutý	-	Tobacco
1. lístek	-	-	-
Run-Out slip	-	-	-
Počet lístků v knižce	50	0	-

Současná řezací stanice:

mechanický přítlak u nože nedosahuje potřebného slisování svazku papíru (Obr. 28). Zpracováváním se postupně jeho účinnost snižuje. Řež vkladu není přesný, vykazuje trhliny).

Opatření:

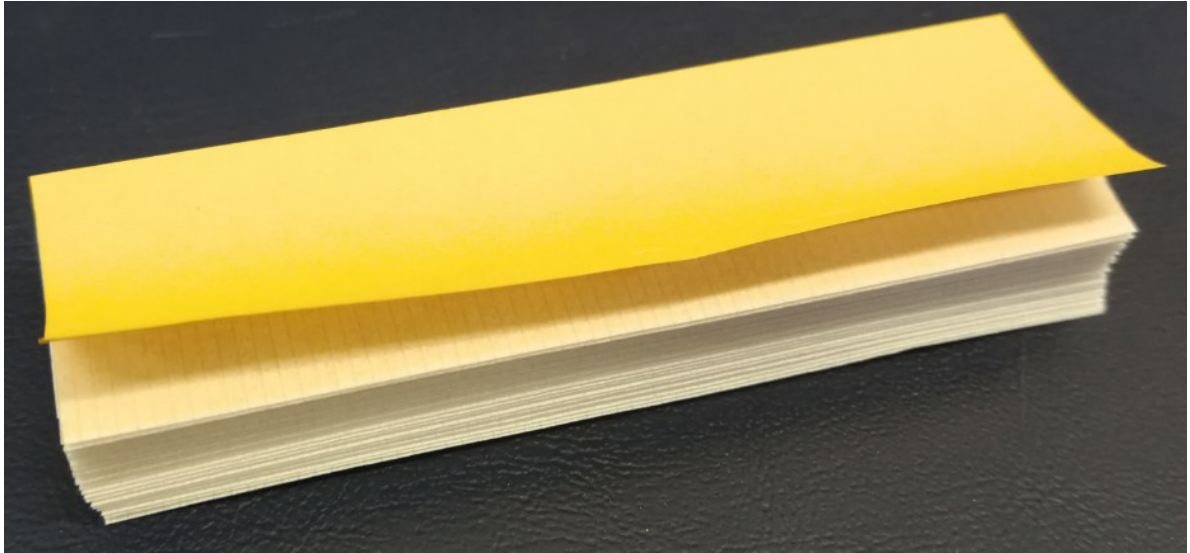
pokud je to možné seřídít pozici přítlaku u nože nebo výměna jednotlivých dílů sestavy za nové a nastavit.



Obr. 28 Vklad č.2 – současná řezací stanice

Nová řezací stanice:

slisování svazku zaručuje stabilní proces. Řešení přtlaku u nože s ohledem na kvalitu, zaručuje šetrnější a jemnější nastavení pozice stlačení papíru. Díky tomu svazek papíru vždy dostatečně slisován. Řez vkladu odpovídá kvalitě (Obr. 29).



Obr. 29 Vklad č.2 – nová řezací stanice

8.3 VADA VÝROBKU č. 3 - stlačení řezaného materiálu

Materiál papíru: 20 gram/m², 50 lístků, vložený lístek: karton 250 gram/m².

Parametr	Provedení	Tolerance	Poznámka
Rozměr lístku	69 x 36 mm	±0,5 x 0,2 mm	délka x šířka
Forma	podélně složený	± 1,0 mm	šířka
Šířka gumování	5,5 mm	± 1,0 mm	-
První lístek	-	-	-
Run-Out slip	-	-	-
Počet lístků v knížečce	50	0	-

Současná řezací stanice:

spojením toho druhu materiálu a gramáže, je testem řezací stanice. Dochází k výraznému zatížení jednotlivých částí, překonávající řezem odpor svazku silného papíru. Nůž pronikáním do svazku, kde ztrácí rychlost a překonávající karton odděluje tlakem kyvného ramene (Obr. 30).

Opatření:

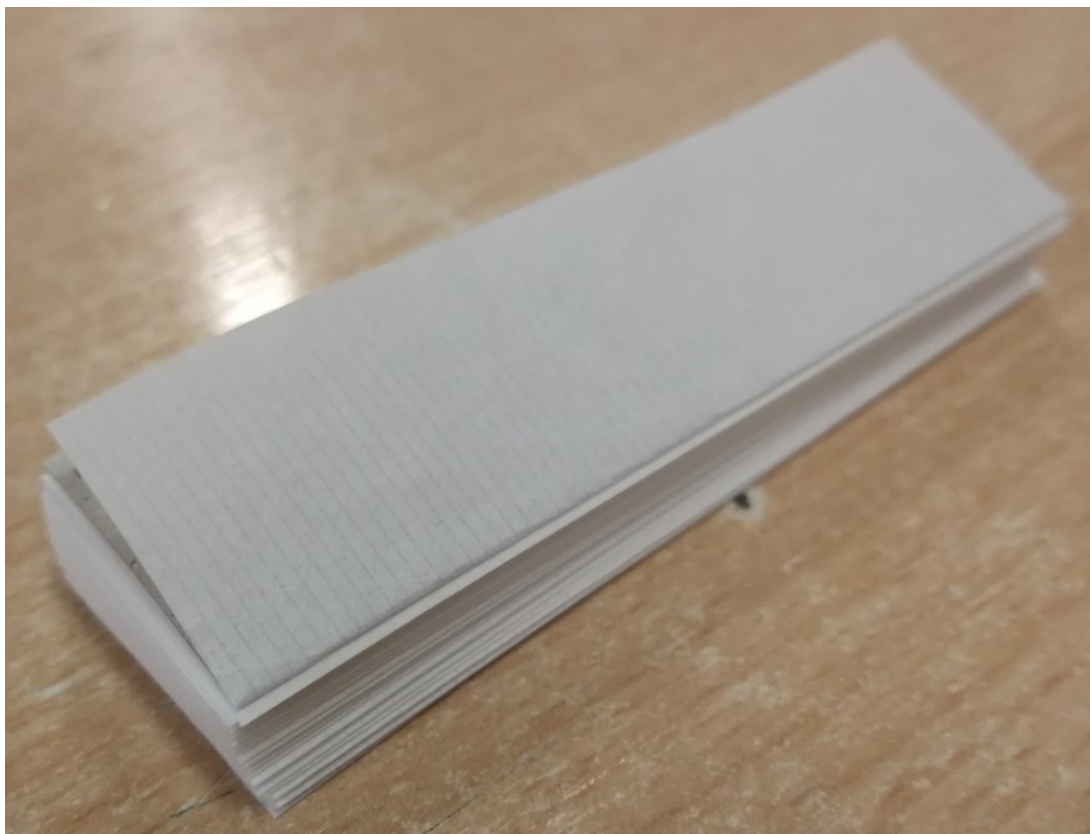
stlačení papíru nemůže být silné, z důvodu deformace vkladu nebo natržení papírků. Zvolená kombinace ostrého břitů nože a nastaveného přitlaku.



Obr. 30 Vklad č.3 – současná řezací stanice

Nová řezací stanice:

částečně se tento problém zdálo vyřešit zpomalením kyvného ramene. Rotující nůž pomalejším stoupáním pronikne do svazku papíru, nedochází ke ztrátě rychlosti ani k utržení. Kvalita řezu odpovídá standardu (Obr. 31).



Obr. 31 Vklad č.3 – nová řezací stanice

8.4 VADA VÝROBKU č. 4 - deformace svazku působením nože při řezání

Materiál papíru: 14 gram/m², 60 lístků, ROS: potištěný.

Parametr	Provedení	Tolerance	Poznámka
Rozměr lístku	69 mm x 37 mm	±0,5 x 0,2 mm	délka x šířka
Forma	podélně složený	± 1,0 mm	šířka
Šířka gumování	5,5 mm	± 1,0 mm	-
První lístek	—	—	—
Run-Out slip	** za Run-Out slipem 5 cigaret. lístků do konce	0	složený, šíře 36 mm
Počet lístků v knižce	60	0	-

Současná řezací stanice:

dostatečné stlačení svazku papíru, deformace nožem v řezu způsobené vůlí v ložiskách na nožové hřídeli. Nůž se vychyluje z příčné osy řezu (Obr. 32).

Opatření:

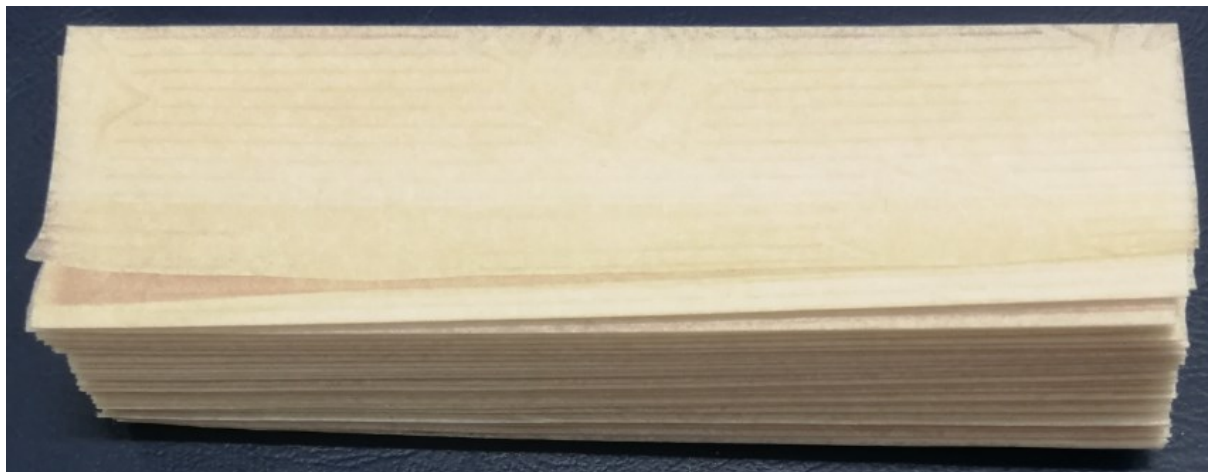
kontrola stavu kyvné části, uložení valivých ložisek na nožové hřídeli.



Obr. 32 Vklad č.4 - současná řezací stanice

Nová řezací stanice:

Zvolený materiál je dostatečně vhodný. Odolnost jednotlivé části, které zajistí správná funkci a chod řezací stanice (Obr. 33).



Obr. 33 Vklad č.4 – nová řezací stanice

8.5 VADA VÝROBKU č.5 - vada v řezu nože

Materiál papíru: 18 gram/m², 60 lístků, poslední lístek: žlutý.

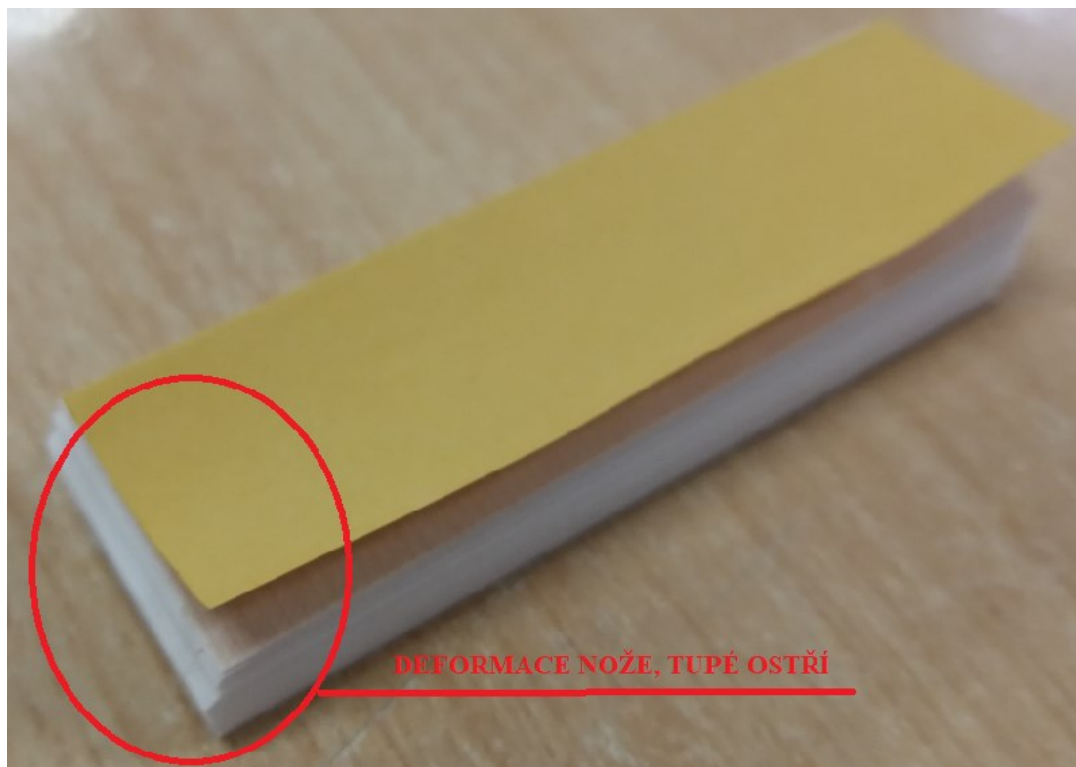
Parametr	Provedení	Tolerance	Poznámka
Rozměr lístku	68 x 36 mm	±0,5 x 0,2 mm	délka x šířka
Forma	podélně složený	± 1,0 mm	šířka
Šířka gumování	5,5 mm	± 1,0 mm	-
První lístek	-	-	-
Run-Out slip	-	-	-
Počet lístků v knížečce	60	0	-

Současná řezací stanice:

na noži se usazuje zbytky lepidla, které vzniká při řezu papíru. Procesem se nůž tupí, vznik trhlin na obvodu ostří, tím se snižuje jeho účinnost (Obr. 34).

Opatření:

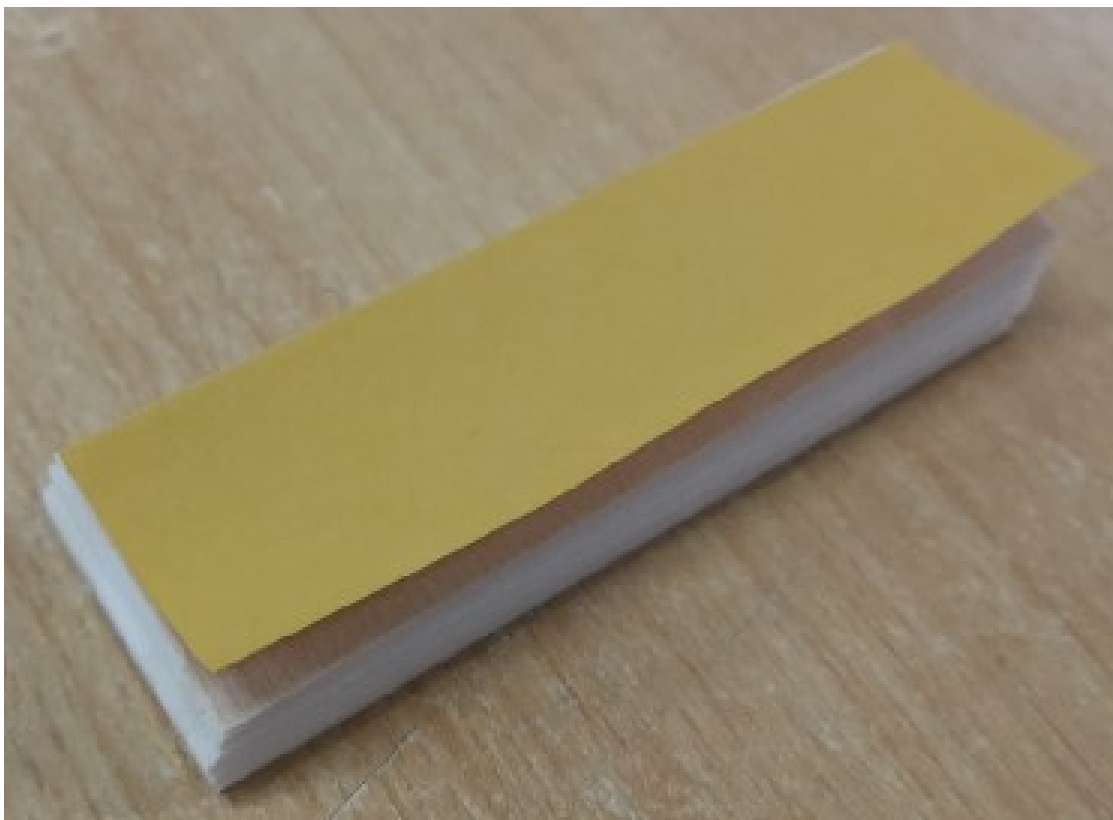
diskový nůž je nutné vyměnit nebo otočit o 180 stupňů. Kvalita takového vkladu vytváří neshodu.



Obr. 34 Vklad č.5 – současná řezací stanice

Nová řezací stanice:

snížením usazování zbytků lepidla napomáhá vzduch přivedený k noži, zajišťující chlazení nože. Řez vkladu je shodný (Obr. 35). Životnost nože se částečně prodlouží.



Obr. 35 Vklad č.5 – nová řezací stanice

9. ZHODNOCENÍ ZPŮSOBILOSTI

Neustále rostoucí požadavky zákazníků a také konkurence v průmyslu sebou nese tlak na snižování výrobních nákladů a uplatnění lepších a modernějších technologií ve výrobě.

Jednouúčelové stroje a řezací stanice nedosahují potřebné kvality zpracování. I přes standardní výkony stroje v daném časovém období klesla kvalita a přesnost řezu.

Efektivní řešením zlepšení dosavadních výsledků může sloužit nová řezací stanice. Způsobilost nové řezací stanice se potvrdily v procesu zpracování a kvalita řezu vkladu papíru. Z ekonomického hlediska nemůže být zhodnoceno, jelikož se jedná o prototypové řešení řezací stanice. Je potřeba další vývoje v procesu zpracování papíru k dosažení lepších výsledků, nižších ztrát a počtu reklamací výrobku.

10. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce je docílit zlepšení kvality řezu vkladu, odpovídajícím požadavkům zákazníka. Zlepšení stávající výrobní činnosti racionalizací technologičnosti konstrukce nové řezací stanice.

Prvním krokem je představení technologie zpracovávání papíru. Členění papíru dle jeho využití a typu zpracování. Definuji typy vad při zpracování papíru, které mají vliv na konečnou kvalitu produktu.

Dalším krokem zhodnocuji stávající výrobní činnosti jednoúčelového automatického stroje a řezací stanice pro zpracování papíru. Popisuji současnou řezací stanici a její jednotlivé části. Navrhuji řešení nové řezací stanice a porovnání se stávající řezací stanicí. Hodnocením jednotlivých vad a jejich opatřením, k dosažení vyšší účinnosti zpracování papíru.

Podle hodnocení vyrobeného produktu ve prospěch nové řezací stanice stojí kvalita vkladu. Podstatný rozdíl v přesnosti a rovinnosti řezu zpracovávaného materiálu. Dále nenáročnost na seřízení a výměnu diskového nože. Celková údržba je jednodušší a odolnost jednotlivých částí řezací stanice jsou dostatečné. Výsledky této práce mohou částečně přispět ke zlepšení zvýšení kvality.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Kratochvílovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování diplomové práce. Zároveň bych chtěl poděkovat panu Mgr. Petru Stromšíkovi za užitečné rady, umožnění provedení zkoušek, zpracování výsledků a použití firemních materiálů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] BRHEL, M., Řezání polygrafické produkce: *Řezání, řezací stroje*. Pardubice, 2007, 47 s. Bakalářská práce. FCHT - Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Jiří Hejduk.
- [2] KAPLANOVÁ, Marie. *Moderní polygrafie*. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2010, 391s. ISBN: 978-80-254-4230-2.
- [3] Základní požadavky zpracování papíru: *Vnitropodnikové materiály*. OP papírna s.r.o. Olšany, 2009.
- [4] Multibobinový stroj s řezacím agregátem a ručním výstupem: *Návod k obsluze*. OP papírna s.r.o. Olšany, 2009.

Webové adresy:

- [5] Cigaretové papírky Vážka: Historie a vývoj. *Roll4you@delfortgroup.com* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.roll4you.cz/nase-znacky-pro-vas/>
- [6] Kompletní papírenské technologie a zařízení: Cigaretové papíry. *PAPCEL, a.s.* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.papcel.cz/produkty/papir/cigaretove-papiry/>
- [7] Řezání papíru a lepenky: Pevnost ve stříhu. *Www.odbornaskola.cz* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/odbornaskola/pdf/Obalovatechnika1/kapitola3_ezn%20papr%20a%20lepenky.pdf
- [8] LEŠIKAR, M. Materiály na bázi dřeva - papír a jiné: Výroba papírů a lepenek – Jaké druhy papíru se dnes vyrábí. *MeziStromi.cz* [online]. 2016 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/materialy-na-bazi-dreva/vyroba-papiru-a-lepenek/odborny>
- [9] PRÁŠILOVÁ, J. a J. KAMENÍČEK. Výroba papíru: *Text pro učitele* [online]. Olomouc, 2013, s. 26 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6478907-Vyroba-papiru-text-pro-ucitele.html>